# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 8. 15. April 1908. Redaktionsschluß für No. 9 am 20. April 1908. 9. Jahrgang.


INHALT.


**Originalmitteilungen:**

E. Riecke, Über eine räumliche Darstellung der Serienschwingungen und über die neue, von Bergmann entdeckte Serie des Kaliums. S. 241.

W. Ritz, Über die Spektren der Alkalien. S. 244.

O. Hahn, Zur Nomenklatur der Thoriumverbindungen. S. 245.

O. Hahn, Ein kurzlebiges Zwischenprodukt zwischen Mesothor und Radiothor. S. 246.

M. Levin u. R. Ruer, Über die Einwirkung von Kaliumsalzen auf die photographische Platte. S. 248.

W. Makower u. S. Ruß, Über den Zerfall von Radium *B* und *C* bei hoher Temperatur. S. 250.

O. Lehmann, Die absolut höchste Temperatur. S. 251.

H. Rausch v. Traubenberg u. B. Monasch, Über die Verwendung kontinuierlicher elektromagnetischer Schwingungen bei Dämpfungsmessungen. S. 251.

L. W. Austin, Kontakt-Gleichrichter. S. 253.

W. Voigt, Einige Beobachtungen über Elastizität und innere Reibung von Legierungen aus Kadmium und Zink, angestellt von J. Miller. S. 256.

K. Kähler, Registrierungen der Niederschlags-Elektrizität mit dem Benndorf-Elektrometer. S. 258.

L. Baumgardt, Kleine periodische elektromotorische Kräfte beliebigen zeitlichen Verlaufs. S. 260.

L. Kann, Einfacher Vorlesungsapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents. S. 263.

**Vorträge von der 79. Naturforscherversammlung zu Dresden 1907:**

H. Görges, Allgemeine Sätze über den Betrieb von *n* parallel geschalteten Wechselstrommaschinen. S. 265.

**Besprechungen:**

F. L. Kohlrausch, Einführung in die Differential- und Integralrechnung nebst Differentialgleichungen. S. 270.

R. Blochmann, Luft, Wasser, Licht und Wärme. S. 270.

Handbuch der Physik. I. Band 1. Hälfte. Allgemeine Physik. S. 270.

A. Föppl, Die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie. S. 270.

H. Lamb, Lehrbuch der Hydrodynamik. S. 271.

A. Righi, Die modernen Theorien der physikalischen Erscheinungen. S. 272.

G. Athanasiadis, Lehrbuch der Physik. S. 272.

J. Bosscha, Lehrbuch der Physik und ihrer wichtigsten Anwendungen. S. 272.

H. Kyser, Die elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel. S. 273.

**Personalien.** S. 273.

**Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1908.** S. 273.

**Gesuche.** S. 288.


## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Über eine räumliche Darstellung der Serienschwingungen und über die neue, von Bergmann entdeckte Serie des Kaliums.


Von Eduard Riecke.


In meinem Lehrbuche der Physik habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß man die drei lange bekannten Serien der Alkalimetalle als Partialschwingungen eines dreidimensionalen Systems auffassen kann. Versteht man unter $n$, $m$, $r$ ganze Zahlen zwischen 1 und $\infty$, so sind die Schwingungszahlen des Systems enthalten in der Formel

$$N = N\left\{\frac{1}{\left(n+\nu+\frac{\nu'}{n^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(m+{}^1\!/_2+\mu+\frac{\mu'}{m^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(r+\varrho+\frac{\varrho'}{r^2}\right)^2}\right\}.$$

Hier ist $N$ die von Ritz eingeführte universelle Konstante; $\nu$, $\mu$, $\varrho$, $\nu'$, $\mu'$, $\varrho'$ sind Konstanten, die für die einzelnen Metalle verschiedene, charakteristische Werte besitzen.

Setzen wir in der allgemeinen Formel $m = 1$ und $r = \infty$, so erhalten wir die Hauptserie:

$$N = N\left\{\frac{1}{\left(n+\nu+\frac{\nu'}{n^2}\right)^2} - \frac{1}{(1{,}5+\mu+\mu')^2}\right\}.$$

Setzen wir $n = 2$ und $r = \infty$, so erhalten wir die zweite Nebenserie

$$N = N\left\{\frac{1}{\left(2+\nu+\frac{\nu'}{4}\right)^2} - \frac{1}{\left(m+{}^1\!/_2+\mu+\frac{\mu'}{m^2}\right)^2}\right\}.$$

Setzen wir $n = 2$ und $m = \infty$, so erhalten wir die erste Nebenserie.

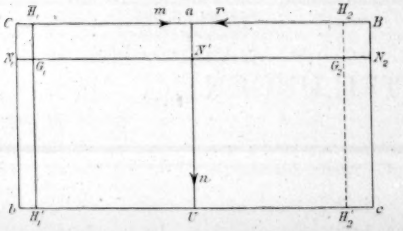
$$N = N\left\{\frac{1}{\left(2+\nu+\frac{\nu'}{4}\right)^2} - \frac{1}{\left(r+\varrho+\frac{\varrho'}{r^2}\right)^2}\right\}.$$

Wir gehen nun über zu der graphischen Darstellung der Schwingungszahlen. Zu diesem Zwecke könnten wir zunächst die Zahlen $n$, $m$, $r$ auf drei zueinander senkrechten Achsen abtragen. Wir brauchen aber für die Darstellung noch die unendlich großen Werte von $n$, $m$, $r$; wollen wir ein anschauliches Bild der Verhältnisse behalten, so müssen wir den Maßstab der Zeichnung mit wachsender Ordnungszahl immer mehr verkleinern, so daß an Stelle der unendlich fernen Punkte der Achsen Punkte im Endlichen treten. Wir konstruieren dementsprechend einen Würfel und tragen auf den drei von der Ecke $O$ ausgehenden Kanten $OA$, $OB$, $OC$ die Zahlen $n$, $m$, $r$ ab. Die Ecke $O$ entspricht dann den Werten $n = m = r = 0$; die Ecke $A$ den Werten $n = \infty$, $m = r = 0$; die Ecke $B$ den Werten $n = 0$, $m = \infty$, $r = 0$; die Ecke $C$ den Werten

$n = m = 0$, $r = \infty$. Die den Ecken $O$, $A$, $B$, $C$ gegenüberliegenden Würfelecken seien $U$, $a$, $b$, $c$. Für die Ordnungszahlen dieser Ecken ergibt sich das folgende Schema:

| | $n$ | $m$ | $r$ |
|---|---|---|---|
| $a$ | 0 | $\infty$ | $\infty$ |
| $b$ | $\infty$ | 0 | $\infty$ |
| $c$ | $\infty$ | $\infty$ | 0 |
| $U$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ |

Für die Hauptserie und die zweite Nebenserie ist $r = \infty$; alle diesen Serien angehörenden Schwingungszahlen werden also durch Punkte der Würfelseite $C\,a\,U\,b$ dargestellt. Für die erste Nebenserie ist $m = \infty$; die Punkte, welche ihren Schwingungszahlen entsprechen, liegen auf der Würfelseite $B\,a\,U\,c$. Wir können daher die ganze Zeichnung in einer Ebene ausführen, wenn wir die Seite $B\,a\,U\,c$ um die Kante $a\,U$ umklappen, so daß sie mit $C\,a\,U\,b$ in eine Ebene zu liegen kommt. Die Hauptserie wird dann dargestellt durch die Linie $H_1 H_1'$, welche durch




den Punkt $m = 1$ der Kante $C\,a$ parallel mit $C\,b$ hindurchgeht; die zweite Nebenserie wird dargestellt durch die mit $C\,a$ parallele Linie $N_1 N'$, welche durch den Punkt $n = 2$ der Kante $C\,b$ hindurchgeht. Beiden Serien ist die durch $n = 2$ und $m = 1$ bestimmte Schwingungszahl gemeinsam; sie wird durch den Kreuzungspunkt der Linien $H_1 H_1'$ und $N_1 N'$ dargestellt. Wir wollen die Schwingungszahlen durch dieselben Buchstaben bezeichnen, wie die ihnen in der Zeichnung entsprechenden Punkte; dann ist:

$$G_1 = \pm N \left\{ \frac{1}{\left(2 + \nu + \frac{\nu'}{4}\right)^2} - \frac{1}{(1{,}5 + \mu + \mu')^2} \right\},$$

$$H_1' = N \frac{1}{(1{,}5 + \mu + \mu')^2},$$

$$N' = N \frac{1}{\left(2 + \nu + \frac{\nu'}{4}\right)^2}.$$

Setzen wir fest, daß die Schwingungszahlen stets als positiv betrachtet werden sollen, so sind bei den rechts stehenden Ausdrücken die positiven Werte zu benutzen. Wir erhalten dann die Beziehung:

$$G_1 = \pm \{H_1' - N'\}.$$

Die Schwingungszahlen der ersten Nebenserie werden durch die Punkte einer Linie $N_2 N'$ dargestellt, welche durch den Punkt $n = 2$ der Kante $B\,c$ parallel mit $B\,a$ hindurchgeht und daher in die Verlängerung von $N_1 N'$ fällt.

Wir kommen nun zu der neuen von Bergmann[1]) entdeckten Serie. Was wir auf Grund der Rechnungen von C. Runge[2]) über die neue Serie wissen, ist folgendes:

1. Ihre Schwingungszahlen lassen sich darstellen in der Form:

$$N = + \left| H_2' - \frac{N}{\left(x + \xi + \frac{\xi'}{x^2}\right)^2} \right|.$$

Hier bezeichnet $x$ eine ganze Zahl zwischen 1 und $\infty$, $\xi$ und $\xi'$ sind Konstanten.

2. Die neue Serie hat eine Schwingungszahl gemeinsam mit der ersten Nebenserie; diese gemeinsame Zahl sei durch den Punkt $G_2$ der Linie $N_2 N'$ dargestellt; wir erhalten sie, wenn wir in der Formel der ersten Nebenserie für $r$ eine bestimmte Zahl setzen, die mit $r_1$ bezeichnet werden möge. Es ist daher:

$$G_2 = \pm N \left\{ \frac{1}{\left(2 + \nu + \frac{\nu'}{4}\right)^2} - \frac{1}{\left(r_1 + \varrho + \frac{\varrho'}{r_1^2}\right)^2} \right\}.$$

3. Die der ersten Nebenserie und der neuen Serie gemeinsame Schwingungszahl genügt der Bedingung:

$$G_2 = \pm \{H_2' - N'\}.$$

Nun ist:

$$N' = \frac{N}{\left(2 + \nu + \frac{\nu'}{4}\right)^2}.$$

Somit:

$$H_2' = \frac{N}{\left(r_1 + \varrho + \frac{\varrho'}{r_1^2}\right)^2}.$$

Für die Schwingungszahlen der neuen Serie ergibt sich damit die Formel:

$$N = \pm N \left\{ \frac{1}{\left(x + \xi + \frac{\xi'}{x^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(r_1 + \varrho + \frac{\varrho'}{r_1^2}\right)^2} \right\}.$$

Unter den Schwingungszahlen, welche durch diese Gleichung dargestellt sind, muß sich nun auch die Zahl $G_2$ befinden, für welche die Gleichung gilt:

$$G_2 = \pm N \left\{ \frac{1}{\left(2 + \nu + \frac{\nu'}{4}\right)^2} - \frac{1}{\left(r_1 + \varrho + \frac{\varrho'}{r_1^2}\right)^2} \right\}.$$

1) Bergmann, Dissertation, Jena 1907.
2) Runge, diese Zeitschr. 8, 1, 1908.

Man genügt dieser Bedingung, indem man $x=2$, $\xi=\nu$, $\xi'=\nu'$ setzt. Man kann endlich noch $x$ vertauschen mit $n$, denn beide bezeichnen nur eine Zahl aus der Reihe 1 bis $\infty$. Für die Schwingungszahlen der neuen Serie ergibt sich dann die Formel:

$$N=+N\left|\frac{1}{\left(n+\nu+\frac{\nu'}{n^2}\right)^2}-\frac{1}{\left(r_1+\varrho+\frac{\varrho'}{r_1^2}\right)^2}\right|.$$

Sie folgt aus dem allgemeinen Ansatze, wenn man in diesem $m=\infty$ und $r$ gleich einer bestimmten Zahl $r_1$ setzt. Die neue Serie wird somit dargestellt durch eine Linie, die durch den Punkt $r_1$ der Kante $Ba$ parallel zu $Bc$ hindurch geht. Die neue Serie steht also zu der ersten Nebenserie in derselben Beziehung wie die Hauptserie zu der zweiten Nebenserie; sie würde dementsprechend als eine zweite Hauptserie zu bezeichnen sein.

Nach Ritz gelten für die Serien des Kaliums die folgenden Formeln:

1. Hauptserie:

$$\frac{N}{N}=\frac{1}{\left(n+0{,}29034-\frac{0{,}2239}{n^2}\right)^2}-\frac{1}{(1{,}5+0{,}31789-0{,}1076)^2}$$

2. Nebenserie:

$$\frac{N}{N}=\frac{1}{\left(2+0{,}29034-\frac{0{,}2239}{4}\right)^2}-\frac{1}{\left(m+{}^1\!/_2+0{,}31789-\frac{0{,}1076}{m^2}\right)^2}$$

1. Nebenserie:

$$\frac{N}{N}=\frac{1}{\left(2+0{,}29034-\frac{0{,}2239}{4}\right)^2}-\frac{1}{\left(r-0{,}2828+\frac{1{,}26}{r^2}\right)^2}$$

Somit:

2. Hauptserie:

$$\frac{N}{N}=\frac{1}{\left(n+0{,}29034-\frac{0{,}2239}{n^2}\right)^2}-\frac{1}{\left(r_1-0{,}2828+\frac{1{,}26}{r_1^2}\right)^2}$$

Es bleibt nun noch übrig die Bestimmung der Zahl $r_1$; zu diesem Zwecke gehen wir aus von der Gleichung:

$$G_2=\pm\{H_2'-N'\}.$$

Da den Beobachtungen zufolge $N'>H_2'$, so ist auf der rechten Seite das negative Zeichen zu nehmen; wir erhalten daher:

$$H_2'=N'-G_2.$$

Nun ist $N'=21968{,}3$; ferner nach den Messungen von Bergmann $G_2=8502{,}0$, somit:

$$H_2'=13466{,}3.$$

Auf der andern Seite entspricht dem Ende der zweiten Hauptserie die Schwingungszahl:

$$H_2'=\frac{N}{\left(r_1-0{,}2828+\frac{1{,}26}{r_1}\right)^2}.$$

Setzt man hier für $H_2'$ den gefundenen Wert, für $N$ die Zahl 109675, so ergibt sich zur Berechnung von $r_1$ die Gleichung:

$$r_1-0{,}2828+\frac{1{,}26}{r_1^2}=2{,}854.$$

Da aber $r_1$ eine ganze Zahl aus der Reihe 1 bis $\infty$ sein muß, so ist offenbar nur der Wert $r_1=3$ möglich. Mit diesem wird:

$r_1-0{,}2828+\frac{1{,}26}{r_1^2}=2{,}8572$ und $H_2'=13435$.

Damit wird dann

$$G_2=8533,$$

während aus den Beobachtungen von Bergmann folgt: $G_2=8502$.

Die endgültige Formel für die Schwingungszahlen der neuen Hauptserie wird:

$$\frac{N}{N}=\frac{1}{\left(n+0{,}29034-\frac{0{,}2239}{n^2}\right)^2}-\frac{1}{\left(3-0{,}2828+\frac{1{,}26}{9}\right)^2}.$$

Bemerkt muß noch werden, daß die im vorhergehenden benutzten Zahlen sich auf die weniger brechbare Linie der Paare beziehen. Benützt man die stärker brechbarere Linie, so wird:

$$H_2'=13460{,}4;$$

in den übrigen Resultaten tritt keine wesentliche Änderung ein. Für $G_2$ gibt die Rechnung 8589; dagegen ist nach den Beobachtungen Bergmanns für die brechbarere Linie:

$$G_2=8563.$$

(Eingegangen 14. März 1908.)

## Über die Spektren der Alkalien.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn C. Runge.[1])

Von W. Ritz.

Durch die photo-phosphorographische Methode hat Herr A. Bergmann kürzlich[2]) neue, im Rot und Ultrarot verlaufenden Serien von *K*, *Rb*, *Cs* entdeckt. Herr Runge hat hieran die Bemerkung geknüpft, es ständen die neuen Serien zur ersten Nebenserie in derselben Beziehung wie die Hauptserie zur zweiten Nebenserie, woraus sich der Nachweis einer zur ersten Nebenserie gehörigen Hauptserie ergäbe. Die numerischen Beziehungen, auf die Herr Runge diesen Schluß gründet, sind zwar nur roh angenähert, doch konnte der Fehler möglicherweise an der bei der geringen Genauigkeit der Messungen sehr bedeutenden Unsicherheit der Extrapolation liegen. Als Kriterium für die Richtigkeit seiner Annahme hebt Herr Runge mit Recht hervor, daß die Differenzen der Schwingungszahlen der Paare der neuen Serien, die nur bei *Cs* und auch da von Herrn Bergmann nur quantitativ sehr unsicher beobachtet wurden, nicht konstant sein sollten (wie es Herr Bergmann angibt), sondern mit wachsender Ordnungszahl, wie bei der Hauptserie, enger zusammenrücken müßten.

Nun sind aber schon früher von Saunders[3]) dieselben *Cs*-Linien (nebst weiteren Gliedern der Serie), soweit ihre Wellenlänge kleiner als 9000 ist, photographisch mit dem Konkavgitter beobachtet und gemessen worden, wobei eine wesentlich höhere Genauigkeit erzielt wurde. Saunders bemerkte auch ihren Seriencharakter, bildete aber irrtümlicherweise aus ihnen zwei Serien, die nun durch die bekannten Formeln sich nicht darstellen ließen. Die Differenzen der Schwingungszahlen (diese fünfstellig geschrieben) sind:

96; 98,5; 97,5; 98,4; 97,7; 80 (sehr unsicher),

wozu noch nach A. Bergmann das erste Glied mit 97,5 kommt. Damit ist, in bester Übereinstimmung mit A. Bergmann, die Konstanz der Differenzen der Schwingungszahlen erwiesen; die neue Serie hat den Charakter einer Nebenserie, womit die von Herrn Runge gemachte Annahme hinfällig wird.

Durch die Auffindung von Satelliten der ersten Nebenserie war Saunders in der Lage nachzuweisen, daß auch bei *Cs* das Gesetz der konstanten Differenzen streng gültig ist. Für die schon bekannten Serien ist die Differenz 554; für die neue 97,5. Man wird daher eher geneigt sein, die neue Nebenserie als eine Analogie zu den Nebenserien engerer Tripletts resp. Paare von *O*, *S*, *Se*, vielleicht auch zu den einfachen Linien von *He* zu betrachten. Allein auch diese Hypothese ist hinfällig. Berechnet man nämlich bei *Cs* das Linienpaar $n = 3$, so ergibt sich $\lambda = 2{,}19\ \mu$ und $2{,}24\ \mu$ nach Bergmann, wobei die letzte Stelle unsicher ist. Nun hat W. J. H. Moll[4]) die infraroten Spektren der Alkalien bis $4\ \mu$ untersucht; bei *Cs* fand er die Linien $1{,}0028\ \mu$ und $1{,}0127\ \mu$ von Bergmann (die er allerdings nicht trennen konnte) mit der Intensität 90, ebenso das folgende Paar bei $0{,}80\ \mu$ (Intensität 40). Das Paar $n = 3$ sollte also eine größere Intensität besitzen. Aber Herr Moll findet in dieser Spektralgegend nur zwei schwache Linien $2{,}08\ \mu$ (Intensität 5) und $2{,}41\ \mu$ (Intensität 5). Wenn auch aus der numerischen Abweichung keine sicheren negativen Schlüsse zu ziehen sind, so ist das Fehlen[2]) intensiver Linien von $1{,}4\ \mu$ bis $4\ \mu$ ein hinreichender Beweis dafür, daß die Linien $m = 3$ fehlen, oder wenigstens sehr schwach sind.

Nun ist die erste Nebenserie von Wasserstoff die Balmersche Serie

$$\frac{1}{\lambda} = 109675{,}0\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right],$$

in welcher der Wert $m = 2$ singulär wird ($\lambda = \infty$). Es hat sich merkwürdigerweise bei *He*[3]), *Zn*, *Cd*, *Hg*[4]), *Tl*[5]), wo Beobachtungen vorliegen, gezeigt, daß die entsprechende Linie $m = 2$, für welche man eine bedeutende Intensität erwarten sollte, sicher fehlt. Gleiches gilt für *Na* nach den Beobachtungen von Moll. Hier sollte $\lambda = 3{,}240\,\mu$ sein; für $m = 3$ ($\lambda = 0{,}820$) findet Moll die Intensität 240; während bei $3{,}24\ \mu$ ($m = 2$) überhaupt keine Linie liegt, und in der Nähe sich nur schwache Linien finden. Existiert aber die Linie $n = 2$ nicht, so kann auch die zugehörige Hauptserie, deren erstes Glied sie ist, nicht wohl existieren.[6])

Man wird also vermuten, daß es sich bei den von Herrn Bergmann gefundenen Serien um erste Nebenserien handle, die, dem Rydbergschen Schema entsprechend, der hypothetischen Wasserstoffserie

1) Diese Zeitschr. **9**, 1, 1908.

2) A. Bergmann, Inaug.-Diss. Jena 1907.

3) P. Saunders, Astrophys. Journ. **20**, 188, 1904.

1) W. J. H. Moll, Proc. Amst. Acad. Wetensch. 26. Jan. 1907 (aus der Inaug.-Dissert.).

2) Die Linien $3{,}51\ \mu$ (Intensität 30) und 3,00 (Intensität 50) bilden das Paar $n = 3$ der ersten Nebenserie.

3) C. Runge u. F. Paschen, Astrophys. Journ. Januar 1896.

4) H. Hermann, Inaug.-Diss. Tübingen 1904.

5) Vgl. eine demnächst in den Ann. der Physik erscheinende Arbeit des Verf. „Magnetische Atomfelder u. Serienspektren".

6) Zwar haben Runge u. Paschen insbesondere bei *Cu*, *Ag* Linienpaare gefunden, deren magnetische Zerlegung u. Abstand die für diese neue Hauptserie zu fordernden sind. Allein es war mir nicht möglich, auch nur einen roh angenäherten, zahlenmäßigen Anschluß an die erste Nebenserie zu finden, wie er zwischen der zweiten Nebenserie und der Hauptserie besteht.

$$\frac{1}{\lambda} = 109675{,}0\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

analog wären. Damit würde das Fehlen der Linien für $m = 3$ sich einigermaßen erklären, und ferner der befremdliche Umstand, daß die neuen Serien mit wachsendem Atomgewicht statt, wie gewöhnlich, nach größeren $\lambda$, nach kleineren rücken. Die Grenzen der Serien sind in der Tat nach Bergmann, wenn $\frac{1}{\lambda}$ fünfstellig geschrieben wird:

bei *K*: 13482; bei *Rb*; 14344; bei *Cs* 16888 und 16792

und nach den Rydbergschen Anschauungen wären die Serien in der Form zu schreiben:

$$K: 109675\left[\frac{1}{[3-0.1478]^2} - \frac{1}{[m-0{,}0081]^2}\right]$$

$$Rb\ 109675\left[\frac{1}{[3-0{,}2349]^2} - \frac{1}{[m-0{,}0145]^2}\right]$$

$$Cs\ 109675\left[\frac{1}{[3-a]^2} - \frac{1}{[m-0{,}0176]^2}\right],$$

wo $a = 0{,}4516$ und $0{,}4443$ ist.

Man erkennt, daß sowohl in den ersten, als in den zweiten Klammern die Zahlen 0,1478, 0,0081 usw., welche die Abweichung vom Wasserstoffspektrum bedingen, mit wachsendem Atomgewicht dem absoluten Werte nach zunehmen, wie es bei den übrigen Serien der Alkalien der Fall ist.

Zwischen den Konstanten der neuen Serien und denen der früher bekannten konnte ich keine Beziehungen finden. Die von Herrn Runge aufgestellten, angenäherten Relationen sind bedeutungslos, da sie, wie oben gezeigt, mit den genauen numerischen Werten der Schwingungsdifferenzen nicht vereinbar sind.

Zürich, März 1908.

(Eingegangen 5. März 1908.)

---

## Zur **Nomenklatur der Thoriumverbindungen.**

Von Otto Hahn.

In einer mit dieser gleichzeitig erscheinenden Mitteilung (S. 246) wird der Beweis erbracht, daß das vom Verfasser kurz beschriebene langlebige Zwischenprodukt im Thorium, das sog. Mesothorium, kein einheitlicher Körper ist, sondern aus zwei verschiedenen in genetischer Beziehung zueinander stehenden Substanzen besteht. Die erste hat eine Halbierungskonstante von etwa 5,5 Jahren und ist augenscheinlich strahlenlos; sie wandelt sich mit einer Periode von 6,20 Stunden in eine neue Substanz um, die sich chemisch und radioaktiv durchaus von der ersteren unterscheidet. Die kurzlebige Substanz ist dann höchstwahrscheinlich das direkte Mutterprodukt des Radiothors.

Es erhebt sich nun eine gewisse Schwierigkeit in Hinsicht der Nomenklatur der Thoriumverbindungen, indem für die neue kurzlebige Substanz eine Bezeichnung eingeführt werden muß. Nochmals ein anderes Beiwort zum Namen Thorium zu wählen, scheint unübersichtlich und nicht angebracht. Das Nächstliegende wird es sein, den Namen Mesothor beizubehalten und die beiden Produkte mit einem Index zu versehen, wie dies z. B. für das komplexe Radium $E$[1]) geschehen ist. Es würde also Mesothorium 1 und Mesothorium 2 zu unterscheiden sein, wenn es sich um die einzelnen Produkte handelt, während man im allgemeinen den Namen Mesothor beibehalten könnte für das Gemisch der beiden Substanzen.

Ich möchte indessen bei dieser Gelegenheit eine andere Nomenklatur für die ersten Zerfallsprodukte des Thoriums vorschlagen, die vor der oben genannten den Vorzug der Kürze besitzt. Wie man für die sukzessiv aufeinander folgenden Glieder der komplexen aktiven Beschläge des Radiums, Thoriums und Aktiniums nach dem Beispiele Rutherfords die Bezeichnung *A*, *B*, *C* usw. eingeführt hat, so könnte man die Thoriumprodukte vor dem lange bekannten Thorium *X* als Thorium 1, 2 und 3 bezeichnen und vermiede dadurch die langen Namen Mesothorium 1, Mesothorium 2, Radiothorium. Ich möchte daher jene kürzeren Bezeichnungen zur Anwendung vorschlagen, zum mindestens sie in solchen Fällen anwenden, wo es sich um Trennungen und Unterscheidungen der einzelnen Glieder handelt.

Eine Übertragung auf den übrigen radioaktiven Körper erscheint nicht, wenigstens vorläufig nicht, vonnöten, so daß man die neue Bezeichnung auf die Glieder der Thoriumreihe beschränken kann. Die Zerfallsprodukte des Thoriums wären also danach die folgenden:

Thorium,
|
Thorium 1 (Mesothorium 1),
|
Thorium 2 (Mesothorium 2),
|
Thorium 3 (Radiothorium),
|
Thorium *X*,
|
Emanation,
|
Thorium *A*,
|
Thorium *B*,
|
Thorium *C*,
|
Inaktives Endprodukt.

1) Siehe Meyer und v. Schweidler.

(Eingegangen 7. März 1908.)

## Ein kurzlebiges Zwischenprodukt zwischen Mesothor und Radiothor.

Von Otto Hahn.

In einer Mitteilung über ein neues Zwischenprodukt im Thorium [1]) habe ich angegeben, daß die Umwandlung des Thoriums in das Radiothor nicht unmittelbar erfolgt, sondern daß wir ein Zwischenprodukt annehmen müssen mit einer Zerfallsperiode länger als der des Radiothors. Die Substanz wurde aus Monazitsandrückständen und auch aus älteren Thorsalzen abgeschieden; sie zeigte über Monate hinaus ein konstantes Ansteigen der Aktivität, und dieser Anstieg rührte von der Bildung des Radiothors her, was an der charakteristischen Emanation einwandfrei nachgewiesen werden konnte. Ich nannte den Körper Mesothorium.

In einer späteren Arbeit „Über die Strahlen der Thoriumprodukte“ [2]) habe ich dann die Angabe gemacht, daß die neue Substanz $\beta$-Strahlung aussendet, während das Thorium selbst $\alpha$-Partikeln emittiert.

Im Laufe der weiteren Untersuchungen hat sich nun gezeigt, daß das Mesothorium keine einheitliche Substanz ist, sondern aus zwei, in genetischem Zusammenhange stehenden Bestandteilen sich zusammensetzt; und zwar zerfällt das langlebige eigentliche Mesothorium ohne erkennbare Strahlenabgabe in ein neues Produkt, das die oben erwähnten $\beta$-Strahlen [3]) aussendet und eine Zerfallsperiode von 6,20 Stunden besitzt.

In einem Gemisch der verschiedenen Zerfallsprodukte des Thoriums kann man das neue Produkt leicht übersehen, auch würde eine Reindarstellung — also eine Trennung von allen anderen Zerfallsprodukten des Thors — wohl kaum gelingen. Man kommt aber zum Ziele, wenn man von einem im radioaktiven Sinne möglichst reinen Mesothorium ausgeht. In einem solchen Präparat gelingt die Spaltung des ursprünglichen Mesothors in zwei einheitliche Komponenten ohne Schwierigkeit.

In der dieser Mitteilung vorangehenden Notiz habe ich angegeben, daß ich für das eigentliche Mesothor als dem ersten Zerfallsprodukt des Thoriums den Namen Thorium 1 vorschlage und für die neue Substanz Thorium 2.

Die Abtrennung des Thorium 2 vom Thorium 1 geschieht zweckmäßig mit Ammoniak. Thorium 2 fällt aus, während man Thorium 1 in Lösung halten kann. Natürlich ist es dabei notwendig, daß man den zu verarbeitenden Lösungen einen Stoff zusetzt, der mit Ammoniak in chemisch erkennbarer Menge gefällt wird, da ja die mit Ammoniak abzutrennende radioaktive Substanz in unwägbarer und unsichtbarer Menge vorliegt.

Das Zirkon habe ich aus verschiedenen Gründen für recht zweckmäßig erkannt, als Niederschlagsmittel bei der Ammoniakfällung zu dienen. Wenige Tropfen einer Zirkonchloridlösung wurden der zu fällenden Lösung zugesetzt; bei Zusatz von reinem Ammoniak mit dem Zirkonium fällt dann das Thor 2 aus, läßt sich durch Filtration vom Thor 1 trennen und auf seine radioaktiven Eigenschaften hin untersuchen.

Hierbei ist indes folgendes zu beachten. Mesothorium bildet mit seiner charakteristischen Periode das Radiothor oder Thorium 3 (siehe vorstehende Notiz); fast gleichzeitig mit diesem entsteht das Thorium $X$ und die übrigen Zerfallsprodukte. Fällt man nun in der oben angegebenen Weise ein Mesothorpräparat, das auch nur kurze Zeit sich selbst überlassen war, so wird mit dem Ammoniak das neugebildete Radiothor und der aktive Beschlag gefällt. Während das Radiothor selbst für die Zerfallskurven des zu untersuchenden $\beta$-strahlenden Thor 2 von keiner Bedeutung ist, so ist dies wohl der Fall für den mit dem Radiothor abgetrennten und auch indirekt aus ihm entstehenden aktiven Beschlag, der ja in dem Thorium $C$ sehr durchdringende $\beta$-Strahlen aufweist. Diese $\beta$-Strahlung wird dann die etwas weichere des Thorium 2 zum Teil überdecken und die Kurven beeinflussen.

Aus diesen Gründen wurden daher auch früher Abklingungswerte gefunden, die zu hoch waren und keinem reinen Exponentialgesetz folgten. In jüngster Zeit ausgeführte Versuche mit sorgfältig und häufig gereinigtem Mesothor haben indes für das Thorium 2 sehr befriedigende Werte und einheitliche Abklingungskurven ergeben.

Die Figur 1 gibt die charakteristischen Kurven für den Abfall eines reinen Thorium 2-Präparates (Kurve $A$) und die Nachbildung des Thorium 2 aus reinem Thorium 1 (Kurve B). Die eingezeichneten Kreise geben die experimentell gefundenen Werte, wobei für Kurve $A$ der Anfangs-, für Kurve $B$ der Endwert auf 100 umgerechnet ist.

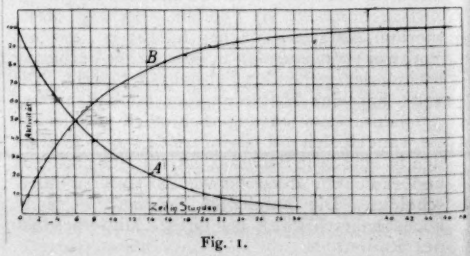



Fig. 1.

1) Ber. d. D. Chem. Ges. **40**, 1462.
2) Ber. d. D. Chem. Ges. **40**, 3304.
3) Eine Untersuchung über die $\beta$-Strahlen des Mesothors, im Vergleich zu denen anderer Radioprodukte ist in Gemeinschaft mit Frl. Dr. Lise Meitner im Gange und wird in Kürze mitgeteilt werden.

Weder bei der Zerfalls-, noch bei der Erholungskurve ist irgendeine Restaktivität oder Anfangsaktivität abgezogen worden, sondern die direkten für die $\beta$-Strahlen gefundenen Werte eingezeichnet. Man erkennt daran einerseits, daß das verwandte Mesothor einen hohen Grad radioaktiver Reinheit besessen hat, außerdem, daß die Trennung der beiden Bestandteile voneinander unter richtigen Bedingungen sehr glatt verläuft.

Nicht unerwähnt möchte ich indes lassen, daß bei der Aufnahme der Zerfallskurven des Thor 2 manchmal zu Beginn geringe Schwankungen beobachtet wurden, deren Ursache mir nicht erkennbar war. In der Mehrzahl der Fälle war indes der Abfall gleich von Beginn ab exponential, so daß ich den unbedeutenden Schwankungen keine Bedeutung zulege.

Die unmittelbar nach der Abtrennung des Thorium 2 vom Thorium 1 bei diesem zurückbleibende $\beta$-Aktivität betrug in dem angeführten Falle sicher nicht mehr als 2 Proz., wahrscheinlich weniger.

In der Figur 2 sind eine Anzahl von Abfallskurven gezeichnet, die mit verschiedenen Thorium 2-Präparaten aufgenommen wurden. Als Ordinaten sind die Logarithmen der Aktivität, als Abszissen ist die Zeit in Stunden angegeben.

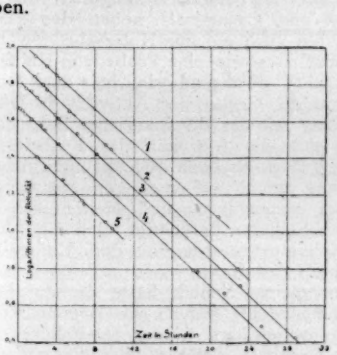



Fig. 2.

Man erkennt, daß die gefundenen Werte in guter Übereinstimmung auf geraden Linien liegen, was dem Zerfall einer einheitlichen radioaktiven Substanz entspricht. Nur die späteren Werte der vierten Kurve zeigen eine unverkennbare Abweichung von der Geraden; und zwar rührt dies in dem betreffenden Falle von einer geringen Menge des aktiven Beschlags des Thoriums her. Das zur Abtrennung des Thor 2 verwandte Mesothorium hatte nämlich schon eine kurze Zeit gestanden und dadurch eine gewisse Menge Radiothor + Zerfallsprodukten gebildet, von denen dann der aktive Beschlag mit dem Thorium 2 abgetrennt wurde.

Noch ältere, ursprünglich reine Thoriumpräparate ergaben für abgetrenntes Thorium 2 Kurven, die sich noch viel weiter von der Geraden entfernen. Die Kurven repräsentieren dann Gemische von Thorium 2 und Thorium $A + B + C$. Ich habe von einer Wiedergabe solcher Kurven abgesehen, da ja hierbei die Verhältnisse völlig klar liegen.

In der folgenden kleinen Tabelle sind die Zerfallskonstanten und die dazu gehörigen Werte für die Zerfallsperiode angegeben, wie sie bei einer Reihe von Bestimmungen erhalten worden sind; und zwar entsprechen 1—5 den Werten der in der Fig. 2 angegebenen Zerfallskurven des Thor, 2, 6 und 7 entsprechen Zahlen, wie sie aus den Erholungskurven für Thorium 2 freies Thorium 1 erhalten wurden (wovon die eine in Figur 1B gezeichnet ist).

| | $\lambda$: | Zerfallsperiode: |
|---|---|---|
| 1 | 0,1073 | 6,45 Stunden |
| 2 | 0,1133 | 6,12 „ |
| 3 | 0,1115 | 6,22 „ |
| 4 | 0,1118 | 6,20 „ |
| 5 | 0,1123 | 6,17 „ |
| 6 | 0,1108 | 6,25 „ |
| 7 | 0,1118 | 6,20 „ |
| Mittel unter Ausschluß des I. Wertes. | 0,1118 | 6,20 Stunden |

Zerfalls- und Erholungskurven geben also recht gute Übereinstimmung und der Mittelwert 6,20 Stunden dürfte wohl innerhalb enger Grenzen richtig sein.

2—3 Tage nach seiner Herstellung ist das Thorium 2 verschwunden und das Thorium 1 so stark als ursprünglich. Streng genommen liegen allerdings die Verhältnisse weit komplizierter. Das Thorium 2 sollte als zweiter Bestandteil des ursprünglichen Mesothors die Muttersubstanz des Radiothors oder Thorium 3 vorstellen. Daher darf auch die $\beta$-Aktivität eines Thorium 2-Präparates nicht vollständig verschwinden, sondern eine Spur sollte übrig bleiben, und diese sich während eines Monats zu einem Maximum anreichern.

Es läßt sich indes leicht ausrechnen, daß im Verhältnis zur Anfangsaktivität des Thorium 2 jene zunehmende von neugebildetem Thorium $C$ herrührende Restaktivität nur einen verschwindenden Betrag ausmachen kann und unter gewöhnlichen Bedingungen unmöglich nachweisbar ist.

Etwas anders verhält es sich mit den $\alpha$-Strahlen. Thorium 2 gibt keine $\alpha$-Strahlen ab und zerfällt in das Radiothor, das $\alpha$-Partikeln emittiert und seinerseits in kurzer Zeit weitere vier $\alpha$-Strahlenprodukte erzeugt. Liegt daher ein absolut reines Thorium 2 vor, so steht zu erwarten,

daß man in einem $\alpha$-Strahlenelektroskop anfänglich fast gar keine Wirkung beobachtet, und daß allmählich eine Aktivität sich bemerkbar mache. Nun wurde aber schon oben erwähnt, daß mit dem Thorium 2 etwa vorhandenes Radiothorium und Thorium $A + B + C$ abgeschieden wird. Beträgt nun z. B. der Gehalt des Mesothors an Thor $X$ bezw. Radiothor Thor $X$ nur etwa 1 Proz., so ist die $\alpha$-Aktivität, die von dem einen Prozent herrührt, schon bedeutend größer, als sich bei dem Zerfall des Thorium 2 neu bilden kann. Daher wird eine für die $\beta$-Aktivität unwesentliche Verunreinigung mit Spuren der Zerfallsprodukte des Mesothors die beim Zerfall des Thorium 2 auftretende $\alpha$-Aktivität sehr leicht überdecken, insbesondere als mit dem Thorium 2 Radiothor ausgefällt wird, das dann seinerseits eine Zunahme an Aktivität erfährt.

Es ist mir daher auch nicht mit Sicherheit gelungen, die Bildung des Radiothors oder Thorium 3 aus dem Thorium 2 einwandfrei nachzuweisen, obgleich ich die $\alpha$-Aktivität der verwandten Präparate auf einen äußerst niedrigen Betrag herabgedrückt hatte. Da ich indes die Bildung des Radiothors aus Mesothor, also $Th\,1 + Th\,2$ innerhalb weniger Tage habe nachweisen können, und da ich außerdem in der vorliegenden Mitteilung gezeigt habe, daß das mit 6,2 Stunden zerfallende Thorium 2 ein direktes Zerfallsprodukt des Thorium 1 ist, so scheint mir der auch sonst naheliegende Schluß berechtigt, daß $Th\,1$, $Th\,2$ und $Th\,3$ in einer direkten genetischen Beziehung zueinander stehen.

In der folgenden Tabelle gebe ich eine Übersicht über die ersten Zerfallsprodukte des Thors, wie sie sich nach dem obigen und früheren Befunden jetzt darstellen:

| Produkt | Zerfallsperiode | Art der Strahlung |
|---|---|---|
| 1. Thorium | | $\alpha$ |
| 2. Thorium 1 (Mesothorium 1) | etwa 5,5 Jahre | strahlenlos |
| 3. Thorium 2 (Mesothorium 2) | 6,20 Stdn. | $\beta$ |
| 4. Thorium 3 (Radiothor) | 2 Jahre | $\alpha$ |
| usw. | | |

Berlin, Chemisches Institut der Universität.

(Eingegangen 7. März 1908.)

## Über die Einwirkung von Kaliumsalzen auf die photographische Platte.

Von M. Levin und R. Ruer.

Die Ansicht, daß das Blei eine individuelle (nicht auf zufälligen Beimengungen beruhende) Aktivität besitzt, hatte durch die Untersuchungen von Campbell[1]), dem wir den größten Teil unserer Kenntnis von der Radioaktivität der „gewöhnlichen Materie" verdanken, eine wesentliche Stütze erhalten. Trotzdem ist die Richtigkeit dieser Annahme durch neuere Untersuchungen von Elster und Geitel[1]) und Mc. Lennan[2]) wieder sehr zweifelhaft geworden. Insbesondere ist die Tatsache, daß die natürliche Aktivität des Bleis nicht für alle Sorten gleich ist, ja, daß sich bei einigen alten Bleiproben keine eigene Aktivität nachweisen ließ, wohl kaum mit der Annahme einer individuellen Radioaktivität des Bleis zu vereinigen. Die Schwierigkeit, die Frage betreffs der Radioaktivität des Bleis zu entscheiden, hat ihren Hauptgrund in der außerordentlich geringen Größe der zu beobachtenden Effekte. Unter dieser Schwierigkeit und der in ihr begründeten Unsicherheit der Resultate haben naturgemäß alle Untersuchungen über die Radioaktivität der gewöhnlichen Materie zu leiden. Wir haben es daher für angezeigt gehalten, im Anschluß an die Mitteilungen von Wood und Campbell[3]) die im folgenden beschriebenen Versuche über die Aktivität des Kaliums zu unternehmen.

Wie nämlich Wood und Campbell gefunden haben, besitzen käufliche Kaliumsalze pro Gramm Kalium die gleiche Aktivität. Da jedoch die im Handel befindlichen Kalisalze wohl alle aus Staßfurt stammen, so haben Wood und Campbell neben den Handelsprodukten auch ein aus Holzasche gewonnenes Kaliumsulfat sowie eine Probe von Kalifeldspat untersucht. Während sie bei dem ersteren Präparat die Größe der Aktivität in Übereinstimmung mit der der käuflichen Salze fanden, ergab sich die Aktivität des Feldspates um etwa 17 Proz. zu hoch. Sie konnten diese Abweichung jedoch auf einen geringen Gehalt an Radium zurückführen und hielten sich daher zu dem Schlusse berechtigt, daß die Aktivität von Kaliumpräparaten von dem Kalium selbst herrühre.

Der gleiche Schluß hatte für das Blei zu einem analogen[4]), jedoch, wie eingangs erwähnt wurde, neuerdings wieder zweifelhaft gewordenen Resultate geführt. Bei dieser Sachlage erscheint es zunächst wünschenswert, möglichst viele Kaliumpräparate verschiedener Provenienz auf ihre Aktivität zu prüfen. Wir untersuchten bis jetzt folgende Kaliumpräparate:

1. Eine Pottasche, welche aus Melasseschlempe hergestellt war. Die Möglichkeit einer

1) N. R. Campbell, Jahrbuch der Radioaktiv. **2**, 434, 1905. (In dieser Arbeit finden sich Hinweise auf die ältere Literatur.) Proceed. Cambridge Phil. Soc. **13**, 282, 1906.

1) J. Elster und H. Geitel, diese Zeitschr. **7**, 841, 1906; **8**, 273, 1907; H. Geitel, diese Zeitschr. **8**, 776, 1907.

2) J. C. Mc. Lennan, diese Zeitschr. **8**, 556, 1907; Phil. Mag. **14**, 760, 1907.

3) A. Wood und N. R. Campbell, Über die Radioaktivität der Alkalimetalle. Proceed. Cambridge Phil. Soc. **14**, 15, 1907; N. R. Campbell, Über die $\beta$-Strahlen des Kaliums. Proceed. Cambridge Phil. Soc. **14**, 211, 1907.

4) N. R. Campbell, Proc. Cambr. Phil. Soc. **13**, 282, 1906.

indirekten Herkunft des in dieser Pottasche enthaltenen Kaliums aus Staßfurt ist wegen der Verwendung von Kalisalzen zu Düngezwecken natürlich nicht von der Hand zu weisen.

2. Ein aus dem ersten Präparat hergestelltes Sulfat.

3. Eine aus Wollschweiß gewonnene Pottasche. Wir stellten dieses Präparat aus einer Rohpottasche her, welche uns Herr G. Heintze, Direktor der Wollwäscherei und Kämmerei Döhren freundlichst überlassen hatte. Die Wahrscheinlichkeit einer indirekten Herkunft aus Staßfurt erscheint bei diesem Präparat recht gering, besonders auch aus dem Grunde, weil es größtenteils aus nichteuropäischer Wolle gewonnen ist.

4. Ein aus dem vorigen Präparat gewonnenes Sulfat.

5. Ein rohes 80 prozentiges Chlorkalium aus Staßfurt.

6. Ein aus diesem durch mehrfaches Umkristallisieren gewonnenes reines Chlorkalium.

7. Ein rohes Kaliumsulfat aus Staßfurt.

8. Ein käufliches reines Kaliumsulfat.

9. Ein käufliches reines Kaliumkarbonat.

Zur Kontrolle untersuchten wir noch folgende andere Präparate:

a) ein käufliches reines Natriumsulfat,

b) ein von der Firma Kahlbaum bezogenes Bleioxydhydrat.

c) gewöhnliches metallisches Blei unbekannter Herkunft.

Zur Untersuchung der Aktivität der Kaliumsalze wählten wir als die einfachste und sicherste die photographische Methode, da nach den Mitteilungen von Wood und Campbell das Kalium photographisch wirksame, durchdringende Strahlen aussendet.

Die von uns benutzten, 4 cm im Quadrat großen, von J. Hauff & Co., Feuerbach, bezogenen photographischen Platten waren derartig in schwarzes Papier eingewickelt, daß die lichtempfindliche Schicht mit nur einer Lage Papier überdeckt war. Auf diese wurde ein Messingblech von 1 mm Dicke gelegt, aus dessen Mitte ein kreisrundes Stück von etwa 1 cm Durchmesser ausgeschnitten war. Auf das so entstandene Loch wurde das zu untersuchende Präparat, welches sich auf einem Stückchen Seidenpapier befand, gelegt. Die mit den leicht zerfließlichen Kaliumkarbonaten beschickten Platten wurden in Exsikkatoren, welche mit Kalziumchlorid gefüllt waren, untergebracht. Mit jedem Präparat wurden mindestens drei Parallelversuche angestellt. Die Einlegung und Aufbewahrung der Platten geschah im Dunkelzimmer. Die Expositionszeit betrug 190 Tage.

Nach dieser Zeit wurden die Platten mit starker Entwicklerlösung von stets gleicher Konzentration eine Viertelstunde lang entwickelt.

Sämtliche Kaliumsalze hatten auf den photographischen Platten eine dem Loch in dem Messingblech entsprechende kreisrunde Schwärzung hervorgebracht. Die Intensität der Schwärzung war durchgängig die gleiche, indem die Unterschiede zwischen den einzelnen mit der gleichen Substanz beschickten Platten ebenso groß waren, wie zwischen Platten, auf die verschiedene Präparate eingewirkt hatten.

Beim Natriumsulfat ließ sich keine Einwirkung auf die Platte konstatieren, auch dann nicht, wenn die Platte mit Uranverstärker intensiv verstärkt wurde.

Beim Bleihydrat war nach der Entwicklung der Platte ebenfalls kein Effekt zu bemerken. Als aber die Platte verstärkt wurde, erschien auf ihr die schwache Andeutung eines runden Fleckes.

Dagegen hatte das metallische Blei eine Schwärzung von fast derselben Intensität wie die Kaliumsalze hervorgerufen.

Um einen ungefähren Anhalt für die Intensität der untersuchten Strahlung zu geben, bemerken wir, daß eine der Einwirkung von schwarzem Uranoxyd ausgesetzte, im übrigen ganz wie oben angegeben behandelte Platte nach 5 Stunden etwa die gleiche Schwärzung erfuhr, wie die der Strahlung der Kaliumsalze bezw. des metallischen Bleis exponierten Platten nach 190 Tagen.

In Fig. 1 ist die Kopie einer Platte, die mit dem Kaliumsalz, Präparat 2 (s. o.), beschickt war, wiedergegeben. Fig. 2 gibt das Negativ einer Platte, welche 5 Stunden der Einwirkung des Uranoxyds ausgesetzt war.

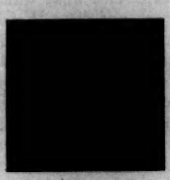


Fig. 1.

Fig. 2.

Soweit diese etwas rohe Methode eine Schätzung zuläßt, ergibt sich, daß die von den Kaliumsalzen ausgesandte durchdringende Strahlung etwa $^1/_{1000}$ der Intensität der $\beta$-Strahlung des Uranoxyds beträgt, in Übereinstimmung mit den Angaben von Wood und Campbell, welche die Intensität der Strahlungen auf elektrischem Wege maßen.

Die durch das metallische Blei hervorgerufene starke Schwärzung ist, wie das mit dem Bleioxydhydrat erhaltene Resultat beweist, höch-

stens zu einem geringen Betrage auf eine individuelle Radioaktivität des Bleis zurückzuführen.

Göttingen, Institut für physikalische Chemie.

(Eingegangen 14. März 1908.)

## Über den Zerfall von Radium *B* und *C* bei hoher Temperatur.

Von W. Makower und S. Ruß.

In einer früheren Nummer dieser Zeitschrift (9, 113, 1908) veröffentlichte Herr H. W. Schmidt eine Arbeit über den Zerfall von Radium *B* und *C*, namentlich des letzten. Dank der Gefälligkeit des Verfassers waren wir imstande, die Resultate, die er dort bringt, vor der Veröffentlichung näher zu studieren. Herr Schmidt schließt aus seinen Experimenten, daß

1. *Ra C* zerfällt bei einer Temperatur bis zu 1300° mit derselben Halbwertszeit wie bei gewöhnlicher Temperatur. Wenigstens muß eine etwaige Änderung dieser Konstanten in dem Genauigkeitsbereich liegen, in dem die Halbwertszeit überhaupt bestimmt ist.

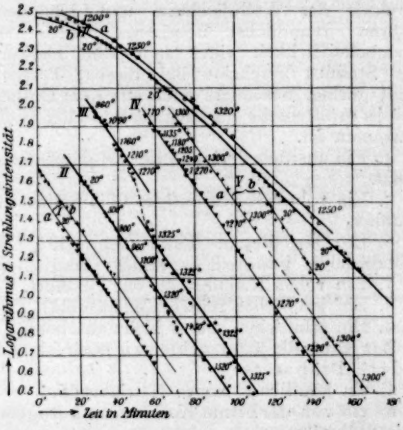
2. Eine Veränderung der strahlenden Eigenschaften von *Ra C* kann durch eine Erhitzung auf 1300° nicht erreicht werden.

3. Ein aktivierter Draht klingt bei hoher Temperatur und niedriger Temperatur nach dem gleichen Gesetze ab.

Diese Schlüsse stehen in direktem Widerspruch zu den Schlußfolgerungen, die wir aus Versuchen zogen, die wir vor einiger Zeit veröffentlichten.[1])

In den ersten vier Versuchsreihen bedient sich Herr Schmidt der v. Lerchschen Methode zur Erzeugung von *Ra C* und mißt dann den Zerfall der Aktivität eines auf diese Weise aktivierten Nickelpulvers bei hoher Temperatur und bei Zimmertemperatur. Herr Schmidt schließt aus seinen Versuchen, daß eine etwaige Änderung der Zeitkonstante, die außerhalb des Genauigkeitsbereiches, mit der die Halbwertszeit des *Ra C* überhaupt bestimmt ist, ausgeschlossen sei. Dabei gibt er jedoch den wahrscheinlichen Wert dieses Genauigkeitsbereiches nicht an. Auf diese Frage wollen wir uns hier nicht einlassen, dagegen glauben wir, daß eine Änderung der Zeitkonstante von *Ra C* um wenigstens 5 Proz. durch die von Herrn Schmidt beschriebenen Experimente durchaus nicht ausgeschlossen ist.

Die erste Versuchsreihe wurde bei Zimmertemperatur vorgenommen und Herr Schmidt bestätigt, daß man nach der v. Lerchschen Methode ein reines *Ra C* herstellen kann. Die Versuchsreihen II, III, IV und V wurden dagegen teilweise bei Zimmertemperatur, teilweise bei Temperaturen bis zu 1300° vorgenommen. Herr Schmidt berichtet, daß in den Versuchsreihen II und III Störungen eingetreten seien, so daß man aus diesen zwei Versuchsreihen keine eindeutigen Schlüsse ziehen kann. Wir wollen die Diskussion deshalb auf die Versuchsreihen IV und V beschränken.




In der Versuchsreihe IV wurde ein starkes *Ra C*-Präparat in den erhitzten Ofen hineingeschoben und allmählich weiter erhitzt. Nach dieser Behandlung sollte die Zeitkonstante des *Ra C* unverändert geblieben sein. Die Abbildungen der Zerfallkurven sind in der Veröffentlichung auf so kleinem Maßstabe wiedergegeben, daß man nicht ersehen kann, ob eine Krümmung der Kurve vorhanden ist, welche die Logarithmen der Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Zeit gibt. Deshalb haben wir die Abklingungskurven nach den veröffentlichten Zahlen auf großem Maßstabe neu gezeichnet. Dabei ergibt sich in der Tat eine Krümmung der Kurve, die einen Unterschied von etwa 10 Proz. in der Zeitkonstante am Anfang (170°) und am Ende (1270°) ausmacht. Ob diese Krümmung in Wirklichkeit nur den Versuchsfehlern zuzuschreiben ist, soll hier nicht entschieden werden, jedoch ist eine Änderung von 10 Proz. durch diese Versuchsreihe durchaus nicht ausgeschlossen.

Was die Versuchsreihe V anbelangt, ist die Kurve Va der Kurve Vb nach der veröffentlichten Zeichnung nicht parallel. Auch hier hat uns eine Zeichnung in großem Maßstabe gezeigt, daß eine 5proz. Änderung der Zeitkonstante von *Ra C* wohl möglich ist.

In der Versuchsreihe VIa bei hoher Tem-

1) Proc. Roy. Soc. (A) **79**, 1907.

peratur sind so wenig Beobachtungen gemacht worden, daß man nicht imstande ist, zu prüfen, ob die zwei Kurven VIa und VIb sich parallel stehen. Die Erklärung unserer Versuche, die Herr Schmidt am Schlusse seiner Mitteilung vorschlägt, erscheint uns recht unwahrscheinlich.

Manchester, Physikalisches Institut der Universität. 15. Februar 1908.

(Eingegangen 19. Februar 1908.)

## Die absolut höchste Temperatur.

Von O. Lehmann.

Die absolut niedrigste Temperatur ist der absolute Nullpunkt. Darüber, welches die absolut höchste Temperatur ist, habe ich nirgendwo eine Angabe gefunden. Nimmt man gemäß der kinetischen Gastheorie an, die absolute Temperatur sei ein Maß der kinetischen Energie der Moleküle, so wäre die absolut höchste Temperatur diejenige, welche der größten Geschwindigkeit entspricht, die einem materiellen Atom von größter Masse, also größtem Atomgewicht erteilt werden kann.[1]) Nach der Lehre vom Strahlungsdruck ist die höchste denkbare Geschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit. Ein strahlender Körper, also auch ein Atom, erleidet, falls die Strahlung nach allen Richtungen gleichmäßig stattfindet, was allerdings für ein Atom nicht zutreffen dürfte, einen Reaktionsstrahlungsdruck von gleicher Größe nach allen Richtungen, welcher in Dezimegadynen pro Quadratmeter ebenso groß ist wie die Energie der Strahlung in Joule pro Kubikmeter. Bewegt sich der Körper, so wird dieser Strahlungsdruck infolge des Doppler-Effekts auf der Vorderseite größer, auf der Rückseite kleiner; der Körper erfährt also einen Widerstand gegen die Bewegung, der natürlich auch zu einer Veränderung der Strahlungsemission führt. Dieser Widerstand wächst mit zunehmender Geschwindigkeit und wird unendlich, wenn diese gleich der Lichtgeschwindigkeit wird, da in diesem Falle die Energiedichte auf der Vorderseite unendlich, auf der Rückseite null wird. Höhere Geschwindigkeit, somit auch höhere entsprechende Temperatur ist nicht denkbar. Sie ist übrigens auch deshalb nicht denkbar, weil strahlende Atome notwendig elektrische Ladungen enthalten müssen, deren Anwesenheit auch aus zahlreichen anderen Erscheinungen sich ergibt (Spektrallinienserien, Zemaneffekt, Dispersion, Wärme- und Elektrizitätsleitung, elektrische Entladungen, Absorption der Lenardstrahlen usw.), namentlich auch aus dem Auftreten der molekularen Richtkraft bei flüssigen Kristallen.[1]) Eine bewegte elektrische Ladung erzeugt ein magnetisches Feld um sich, dessen Energie auf Kosten der Bewegungsenergie entsteht, so daß Beschleunigung einem Widerstand begegnet, der unendlich groß wird, wenn die Geschwindigkeit auf Lichtgeschwindigkeit wächst, wohl auch dann, wenn die positive Ladung die negative umschließt, das Magnetfeld also im Innern liegt.[2]) Die Änderung der Temperatur durch den Reaktions-Strahlungsdruck sowie auch durch die Selbstinduktion bewegter Elektronen müßte eigentlich bei thermodynamischen Betrachtungen berücksichtigt werden.

1) Moleküle kommen nicht in Betracht, da bei hoher Temperatur Dissoziation eintritt. Nach W. Engler (Dissertation, Freiburg i. B. 1908) wächst sogar der Atomzerfall radioaktiver Stoffe mit steigender Temperatur. (Vgl. auch Dissoziation des Quecksilberdampfs in O. Lehmann, Elektrische Lichterscheinungen, Halle 1908, S. 518.)

1) Siehe O. Lehmann, Flüssige Kristalle, Leipzig 1904, S. 141 u. ff. u. Vierteljahrsb. d. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unterr. **12**, 250, 1907.

2) Auf heftige Elektronenbewegung im Innern der Atome und innere Magnetfelder scheint der Einfluß eines Magnetfeldes auf den Entladungsgradienten hinzuweisen (s. O. Lehmann, Boltzmann-Festschrift 1904, S. 292).

Karlsruhe, 11. März 1908.

(Eingegangen 12. März 1908.)

## Über die Verwendung kontinuierlicher elektromagnetischer Schwingungen bei Dämpfungsmessungen.

Von Heinrich Freiherr Rausch von Traubenberg und Bruno Monasch.

Auf die von Herrn Ragnar H. Rendahl gegen unsere Mitteilung[1]) „Über die Verwendung kontinuierlicher elektromagnetischer Schwingungen bei Dämpfungsmessungen" vorgebrachten Einwendungen[2]) sei im folgenden kurz erwidert:

Herr Rendahl behauptet, die früher verwendete Funkenmethode sei ebenso genau und ebenso bequem wie das von uns angegebene Meßverfahren.

Herr Rendahl übersieht dabei jedoch zunächst, daß bei der Funkenmethode die zu ermittelnden Resonanzkreisdämpfungen stets klein gegenüber der wirklich gemessenen Gesamtdämpfung ($\vartheta_1 + \vartheta_2$) des Oszillators und Resonanzkreises sind, und ferner, daß ein Erregerkreis mit Funken gar keine konstante Dämpfung besitzt, diese sich vielmehr durch die Abhängigkeit des Funkenwiderstandes von der Stromstärke während einer Oszillations-

1) Diese Zeitschr. **8**, 925, 1907.
2) Diese Zeitschr. **9**, 135, 1908.

periode dauernd ändert. Man kann hier somit überhaupt nicht mehr von einem Dämpfungsfaktor sprechen, sondern muß statt seiner eine außerordentlich verwickelte Dämpfungsfunktion einführen. Demgegenüber ist schon durch das Fehlen dieser Übelstände, insbesondere aber durch die Einfachheit der Messung mit kontinuierlichen Schwingungen deren Überlegenheit dargetan; ergibt doch bei Verwendung des Thermogalvanometers die aufgenommene Resonanzkurve direkt die gesuchte Größe, die Dämpfung des Resonanzkreises, während diese bei der Funkenmethode erst nach Hinzufügung eines bekannten Dämpfungsbetrages (Widerstand) durch Substitution gefunden werden kann.

Das von uns lediglich zur Prüfung der Genauigkeit unserer Messungen benutzte Verfahren, die Dämpfung des untersuchten Resonanzkreises um einen bekannten Betrag zu vergrößern und diesen Betrag dann aus der Resonanzkurve wieder zu bestimmen, ergab einen Unterschied von ca. 5 Proz. zwischen dem gemessenen und dem bekannten Wert, eine für den damals verfolgten technischen Zweck völlig ausreichende Übereinstimmung. Daß die hierbei vorgenommene Einschaltung eines bekannten Widerstandes keineswegs, wie bei der Funkenmethode zur Dämpfungsermittelung selbst erforderlich ist, braucht wohl nach dem eben Gesagten nicht mehr hervorgehoben zu werden.

Was die Einwendungen betrifft, die Herr Rendahl von den angeblich üblen Eigenschaften der mit Hilfe des Lichtbogens gewonnenen Schwingungen ableitet, so könnte hier vor allem ein etwa auftretendes zeitweiliges Aussetzen der Schwingungen in Frage kommen. Um Fehler zu bewirken, müßten derartige Diskontinuitäten von sehr großer Häufigkeit und verhältnismäßig langer Dauer sein, derart, daß die Schwingungen den Charakter der Kontinuität einbüßen und bei ihnen statt des Gleichbleibens der Amplitude (Fig. 1) ein abwechselndes An-

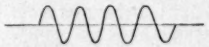


Fig. 1.

wachsen und Abnehmen der Amplitudenwerte (Fig. 2) vorherrschend wird. Daß dies nicht der Fall ist, zeigen u. a. die von Herrn Diesselhorst[1]) mittels des Gehrckeschen Oszillographen photographisch aufgenommenen Schwingungskurven einer Poulsenlampe, die durchaus den Charakter der Fig. 1 aufweisen. Dieselbe Tatsache läßt sich auch leicht durch Einschaltung eines Widerstandes in den Erregerkreis feststellen, denn nur wenn die Kurvenform der Schwingungen die in Fig. 1 wiedergegebene ist, bleibt sie und somit auch die Gestalt der im Resonanzkreise aufgenommenen Resonanzkurve von dieser Vergrößerung der Dämpfung des Erregerkreises unbeeinflußt. Weisen hingegen die Schwingungen Diskontinuitäten der erwähnten Art auf, nähern sie sich also der in Fig. 2 wiedergegebenen Kurvenform, so muß sich jede Veränderung der Dämpfung des Erregerkreises in einer Änderung der Kurvenform der erzeugten Schwingungen und somit auch einer Gestaltsveränderung der Resonanzkurve des Sekundärsystems kundgeben. Die Entscheidung der Frage, ob man es mit merklich kontinuierlichen Schwingungen zu tun hat oder nicht, bietet demnach keine Schwierigkeit.

Die Befürchtungen nun, die Herr Rendahl wegen etwaiger Abweichungen der Erregerschwingungen von der Sinusform, also wegen des Auftretens von Oberschwingungen hegt, sind völlig grundlos. Auch hier besaßen wir ein Mittel, uns davon zu überzeugen, daß die in den von uns benutzten Erregerschwingungen enthaltenen Oberschwingungen nicht von nennenswerter Intensität waren: Dieses Mittel besteht in der Anwendung eines Wellenmessers. Übrigens läßt sich bekanntlich leicht zeigen, daß auch beim Vorhandensein von Oberschwingungen in beträchtlicher Stärke die Resonanzkurve des Sekundärsystems merklich nur vom Grundstrom beeinflußt wird. Nimmt man selbst an, daß im Resonanzkreise Oberschwingungen der E. M. K. von derselben Amplitude wie die Grundschwingung induziert werden, so bestimmt sich in der Beziehung zwischen dem gesamten Stromeffekt und den Stromamplituden der einzelnen Harmonischen

$$\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt = \frac{1}{2}(\mathfrak{J}_1^2 + \mathfrak{J}_2^2 + \ldots)$$

das Verhältnis $\mathfrak{J}_1^2 : \mathfrak{J}_2^2 : \mathfrak{J}_3^2$ unter den einfachen, unseren Messungen ziemlich nahe kommenden Annahmen

$w = 1$ Ohm, $p = 10^5$ cm, $n = 2 \cdot 10^6$

(für den Widerstand und den Selbstinduktionskoeffizienten des Resonanzkreises und die Anzahl ganzer Schwingungen in $2\pi$ Sekunden) zu

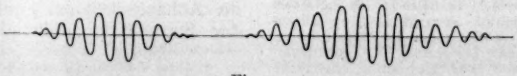


Fig. 2.

[1]) Verhandlungen der 79. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, Dresden 1907.

$$1 : \frac{1}{90001} : \frac{1}{284001}$$

im Resonanzpunkte. Bei einer Verstimmung um 1 Proz. in der Richtung der kürzeren Wellen, bei der $\mathcal{J}_1^2$ auf $^1/_{17}$ seines früheren Wertes sinkt, also schon erheblich außerhalb des benutzten Teiles der Resonanzkurve beträgt dieses Verhältnis noch

$$1 : \frac{1}{5224} : \frac{1}{16623},$$

so daß also in dieser Hinsicht ein Grund zur Beunruhigung nicht vorliegt.

Um schließlich auf Herrn Rendahls Bemerkung über die Konstanz der Schwingungen einzugehen, brauchen wir nur darauf hinzuweisen, daß man leicht über die Größe der Wellenschwankungen Aufschluß erhält, indem man die an einem sich möglichst behende einstellenden Instrument, z. B. am Thermogalvanometer, beobachteten Schwankungen des Ausschlages mit der Resonanzkurve zusammenhält. Da hierbei die Intensitätsschwankungen mit eingehen, sind die Grenzen der Wellenschwankungen in Wirklichkeit noch enger als die angegebenen. Im übrigen sei auf einen mittlerweile an anderer Stelle erschienenen Bericht[1]) verwiesen, in dem gezeigt ist, daß mit Hilfe des Poulsenschen Lichtbogens auch beträchtliche Energiemengen in Form von kontinuierlichen schnellen Schwingungen mit einer Wellenkonstanz innerhalb 0,35 Promille hergestellt werden können. Es fehlt nicht an Mitteln, die Konstanz der erzeugten Wellen erforderlichenfalls noch weiter zu treiben.

1) H. Frhr. Rausch v. Traubenberg, Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie **1**, 307, 1907.

(Eingegangen 13. März 1908.)

## Kontakt-Gleichrichter.

Von L. W. Austin.

Ich habe bereits in dieser Zeitschrift[1]) einen Aluminium-Tellur-Kontakt beschrieben, der die Fähigkeit besitzt, schwachen Wechselstrom von beliebiger Frequenz durch eine anscheinend thermoelektrische Wirkung in Gleichstrom umzuwandeln. Es gibt viele andere Fälle einer Gleichrichtung durch Kontakte. Bei einer großen Anzahl von Leitern tritt gelegentlich der Fall ein, daß, wenn sie mit hohem Übergangswiderstand zur Berührung gebracht werden, ein Strom in eine Richtung leichter überzugehen scheint als in der anderen. Die meisten Fälle dieser Art sind indessen in ihrer Wirkungsweise zu unsicher, um eine genaue Untersuchung zuzulassen. Von den Stoffen, die ich untersucht habe, zeigen Silizium bei Berührung mit fast jedem beliebigen der gewöhnlichen Metalle, Kohle mit Stahl und Tellur mit Aluminium sämtlich ein sehr ausgeprägtes und recht regelmäßiges unipolares Leitvermögen.

Ich habe bei meiner Untersuchung zwei Versuchsmethoden verwendet. Bei der ersten Methode legte ich eine Gleichstromspannung erst in der einen und dann in der anderen Richtung an den Kontakt und maß mittels eines Galvanometers oder Amperemeters die Stromstärken, die sich ergaben. Bei der zweiten Methode sandte ich einen bekannten Wechselstrom von 60 Perioden durch einen Gleitdraht und nahm von diesem mit Hilfe von Schleifkontakten die gewünschte Spannung ab, die ich dann an den Gleichrichter-Kontakt anlegte, der seinerseits mit dem Gleichstrommeßinstrument in Reihe geschaltet war.[1])

### Silizium.

Auf den Umstand, daß ein Stück Silizium, wenn es mit Messing oder Kupfer, oder schließlich mit fast jedem beliebigen der gewöhnlichen Metalle in geeigneter Weise zur Berührung gebracht wird, ohne Verwendung einer äußeren elektromotorischen Kraft als Detektor für elektrische Wellen zu wirken vermag, hat zuerst G. Pickard hingewiesen.[2]) Er hat aber meines Erachtens die Erscheinung irrtümlich einer thermoelektrischen Wirkung zugeschrieben. Während es nämlich mit großen Schwierigkeiten gelingt, den Kontakt so einzustellen, daß bei kleinen elektromotorischen Kräften der gleichgerichtete Strom in derselben Richtung fließt wie der bei einer Erwärmung der Berührungsstelle auftretende Strom, fließt der gleichgerichtete Strom unter gewöhnlichen Verhältnissen in der entgegengesetzten Richtung und kann viel größere Stromstärken aufweisen, als sich durch Erhitzen der Berührungsstelle bis zum Schmelzpunkt des Kupfers erzeugen lassen.

Die zu den Versuchen benutzten Gleichrichter wurden in der Weise hergestellt, daß ein Stück Silizium in Lötmetall eingebettet und mit ihm ein Ende Messing- oder Stahldraht[3]) zur Berührung gebracht wurde, das seinerseits an das Ende einer flachen Feder angelötet war. Der Kontaktdruck wird mittels einer von oben her auf die Feder drückenden Schraube geregelt. Da einige Stellen an dem Silizium weit

1) Diese Zeitschr. **8**, 600, 1907.

1) Ich habe auch Versuche mit hohen Frequenzen gemacht, aus denen hervorgeht, daß die gleichrichtende Wirkung bei solchen Frequenzen von der hier beschriebenen nicht wesentlich verschieden ist.

2) Electr. World **68**, 1003, 1906.

3) Andere Metalle werden nahezu ebensogut arbeiten, aber diese scheinen sich am leichtesten einstellen zu lassen.

empfindlicher sind als andere, ist auch der Berührungspunkt einstellbar gemacht.

Tabelle I zeigt die einseitige Leitfähigkeit eines Silizium-Stahl-Kontaktes für Gleichstrom. Dieser Kontakt wurde bei der Einstellung benutzt, die als die empfindlichste für schwache Wechselströme gefunden worden war. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß der Widerstand für Ströme in der Richtung vom Stahl zum Silizium mit zunehmender Spannung schnell abfällt. Es ist daher wünschenswert, bei höheren Spannungen Galvanometer von geringem Widerstand zu verwenden.

Tabelle I.
Silizium-Stahl.
Gleichstrom.
Galvanometerwiderstand 280 Ohm.

| Volt | Vom Silizium zum Stahl | | Vom Stahl zum Silizium | | Unterschied der Stromstärken in $10^{-6}$ Amp. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Stromstärke in $10^{-6}$ Amp. | Widerstand in Ohm | Stromstärke in $10^{-6}$ Amp. | Widerstand in Ohm | |
| 0,014 | 5,5 | 2600 | 5,8 | 2400 | 0,3 |
| 0,028 | 10,7 | 2600 | 11,9 | 2350 | 1,2 |
| 0,042 | 16 | 2600 | 18,5 | 2250 | 2,5 |
| | Galvanometer $^1/_{10}$ kurzgeschlossen | | | | |
| 0,070 | 32 | 2200 | 47 | 1500 | 15 |
| 0,098 | 45 | 2200 | 70 | 1400 | 25 |
| 0,14 | 65 | 2150 | 118 | 1200 | 53 |
| | Galvanometer $^1/_{100}$ kurzgeschlossen | | | | |
| 0,28 | 180 | 1550 | 600 | 470 | 420 |
| 0,42 | 300 | 1400 | 1250 | 335 | 950 |
| 0,56 | 400 | 1400 | 2200 | 255 | 1800 |
| | Milliamperemeter | | | | |
| 0,70 | 500 | 1400 | 2900 | 240 | 2400 |
| 0,98 | 800 | 1220 | 5000 | 195 | 4200 |
| 1,4 | 1200 | 1170 | 10000 | 140 | 8800 |
| 1,7 | 2500 | 680 | 12800 | 135 | 10300 |
| 2,0 | 3200 | 625 | 16000 | 125 | 12800 |
| 2,2 | 4800 | 460 | 20000 | 110 | 15200 |
| 2,5 | 6000 | 420 | 25000 | 100 | 19000 |

Tabelle II enthält die Werte für die Stromstärke des gleichgerichteten Stromes bei verschiedenen Wechselstromspannungen. Es ist zu bemerken, daß diese gleichgerichteten Ströme bis zu ungefähr 1,0 Volt aufwärts mit einiger Annäherung mit den Unterschieden der Gleichstromstärken in Tabelle I übereinstimmen.

Unterhalb 0,2 Volt ist die Erscheinung außerordentlich leicht wiederherzustellen, und Kontakte können eingestellt werden und wochenlang hintereinander in ihrer Wirkung konstant bleiben. Innerhalb dieses Gebietes sind die gleichgerichteten Ströme mit großer Annäherung den Quadraten der Wechselstromspannung proportional. Ein Silizium-Gleichrichter in Verbindung mit einem Galvanometer ist daher ein überaus nützliches Instrument für

Tabelle II.
Silizium-Stahl.
Wechselstrom.
Galvanometerwiderstand 280 Ohm.

| Wechselstromspannung in Volt | Stromstärke des gleichgerichteten Stromes in $10^{-6}$ Amp. |
|---|---|
| 0,020 | 0,6 |
| 0,040 | 2,0 |
| 0,055 | 4,0 |
| 0,065 | 5,5 |
| 0,090 | 10,0 |
| 0,110 | 15 |
| 0,130 | 21 |
| Galvanometer $^1/_{10}$ kurzgeschlossen | |
| 0,130 | 45 |
| 0,150 | 60 |
| 0,185 | 100 |
| 0,220 | 150 |
| 0,250 | 200 |
| Galvanometer $^1/_{100}$ kurzgeschlossen | |
| 0,250 | 300 |
| 0,320 | 600 |
| 0,395 | 1000 |
| 0,495 | 1500 |
| Milliamperemeter | |
| 1,0 | 3500 |
| 2,0 | 8100 |
| 4,0 | 17000 |
| 6,0 | 25000 |

Arbeiten allerart mit hochfrequentem Wechselstrom von geringer Stromstärke. Bei höheren Spannungen ist die Wirkungsweise, wenigstens bei der vorliegenden Form der Kontakte, mehr oder minder unregelmäßig. Das rührt vermutlich von übermäßiger Erwärmung her.

Während im allgemeinen der gleichgerichtete Strom in dem Siliziumkontakt vom Stahl zum Silizium fließt, habe ich bei einer bestimmten Probe, die wahrscheinlich etwas weniger rein in ihrer Zusammensetzung ist als die übrigen Proben, eine Ausnahme gefunden. Aus dieser Probe sind Gleichrichter von ausnahmsweise hoher Empfindlichkeit hergestellt worden, in denen aber, merkwürdig genug, der gleichgerichtete Strom vom Silizium zum Stahl, oder in der entgegengesetzten Richtung wie gewöhnlich beobachtet, fließt. Was indessen noch merkwürdiger ist, ist der Umstand, daß die thermoelektromotorische Kraft an der Kontaktstelle gleichfalls umgekehrt gefunden wurde und wiederum der Gleichrichtung entgegengesetzt blieb. Daß dieser Effekt tatsächlich eine Eigentümlichkeit dieser Probe ist, geht aus dem Umstande hervor, daß die Umkehrung bei anderen Stücken bestehen bleibt, die von der größeren Probe abgebrochen wurden, sowie auch bei frischen Bruchflächen.

### Kohle-Stahl.

Eine weitere Substanz, die Gleichrichtungskontakte zu liefern vermag, ist Kohle. Sie liefert die befriedigendsten Ergebnisse, wenn sie in Verbindung mit Stahl benutzt wird. Die Gleichrichter wurden in derselben allgemeinen Gestalt hergerichtet wie die bereits beschriebenen. Dabei lieferte die polierte Oberfläche einer gewöhnlichen stählernen Nähnadel im Kontakt mit Bogenlampenkohle ausgezeichnete Ergebnisse.

Durch Änderung des Druckes ist man in der Lage, Gleichrichter herzustellen, deren Widerstand innerhalb weiter Grenzen veränderlich ist. Die Gleichrichter mit hohem Widerstand zeigen zwar für Wechselströme eine regelmäßige gleichrichtende Wirkung, sie zeigen indessen, soweit ich beobachtet habe, keine regelmäßige und befriedigende einseitige Leitfähigkeit für Gleichstrom.

Die Tabellen III und IV enthalten die Ergebnisse von Beobachtungen an einem Gleichrichter von geringem Widerstand für Gleich- und Wechselstrom. Tabelle V bezieht sich auf höhere Widerstände.

Tabelle III.
Kohle-Stahl.
Gleichstrom.
Geringer Widerstand.
Milliamperemeter mit 0,3 Ohm.

| Volt | Von der Kohle zum Stahl | | Vom Stahl zur Kohle | | Unterschied der Stromstärke in $10^{-3}$ Amp. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Stromstärke in $10^{-3}$ Amp. | Widerstand in Ohm | Stromstärke in $10^{-3}$ Amp. | Widerstand in Ohm | |
| 0,02 | 1,2 | 16,6 | 1,3 | 15,4 | 0,1 |
| 0,05 | 3,1 | 16,1 | 3,4 | 14,7 | 0,3 |
| 0,10 | 6,3 | 15,9 | 7,4 | 13,5 | 1,1 |
| 0,20 | 13,0 | 15,4 | 15,1 | 13,2 | 2,1 |
| 0,30 | 20,0 | 15,0 | 24,0 | 12,5 | 4,0 |
| 0,40 | 33,0 | 12,1 | 40,0 | 10,0 | 7,0 |

Tabelle IV.
Kohle-Stahl.
Wechselstrom.
Geringer Widerstand.
Galvanometerwiderstand 1 Ohm.

| Wechselstromspannung in Volt | Stromstärke des gleichgerichteten Stromes in $10^{-3}$ Amp. |
|---|---|
| 0,02 | 0,08 |
| 0,03 | 0,15 |
| 0,05 | 0,40 |
| 0,10 | 1,0 |
| 0,20 | 2,4 |
| 0,30 | 3,8 |
| 0,40 | 5,0 |

Tabelle V.
Kohle-Stahl.
Wechselstrom.
Hoher Widerstand.
Galvanometerwiderstand 280 Ohm.

| Wechselstromspannung in Volt | Stromstärke des gleichgerichteten Stromes in $10^{-6}$ Amp. |
|---|---|
| 0,02 | 0,4 |
| 0,04 | 1,3 |
| 0,06 | 2,2 |
| 0,08 | 3,2 |
| 0,10 | 4,9 |
| 0,12 | 6,9 |
| 0,14 | 9,0 |
| 0,16 | 12,5 |
| 0,18 | 15,5 |
| 0,21 | 20,0 |

Bis zu ungefähr 0,3 Volt aufwärts stimmen die Unterschiede in den Gleichstromstärken sehr nahezu mit dem gleichgerichteten Teil des Wechselstromes überein. Oberhalb dieses Wertes würde die Kurve für den gleichgerichteten Wechselstrom unter die andere Kurve fallen. Ein Vergleich mit den am Silizium gemachten Beobachtungen zeigt, daß bei den höheren Spannungen die Gleichrichtung mittels Kohle weit weniger vollkommen ist; da aber die Empfindlichkeitskurve für Kohle langsamer abfällt, so ist dieser Unterschied bei sehr niedrigen Spannungen geringer. Es ist ferner zu beachten, daß der Effekt bei Kohle zu unregelmäßig wird, um bei viel tieferer Spannung beobachtet werden zu können.

Die Beobachtungen zeigen, daß Graphit der Kohle entschieden nachsteht.

### Tellur.

Außer der Gleichrichterwirkung von Tellur-Aluminium-Kontakten, die ich in der bereits angeführten Arbeit beschrieben habe, und die thermoelektrischer Natur zu sein scheint, oder wenigstens in derselben Richtung verläuft wie der thermoelektrische Effekt, und die ferner oberhalb niederer Spannungen unregelmäßig wird, außer dieser ist noch eine zweite der ersten entgegengerichtete Gleichrichterwirkung vorhanden. Sie tritt im allgemeinen nur bei höheren Spannungen hervor. In der Gegend von 0,5 Volt ist ein Mittelgebiet, in welchem die beiden Effekte miteinander im Kampf zu liegen scheinen, und es ist interessant, zu sehen, wie bei Steigerung der Wechselstromstärke die Ablenkung ihr Zeichen wechselt, wenn ein Effekt in den anderen übergeht. Dieser zweite Effekt scheint der Gleichrichterwirkung beim Silizium vollständig analog zu sein und ist von derselben Größenordnung, dabei so ähnlich, daß ich es nicht für nötig

erachtet habe, ihn hier eingehender zu beschreiben.

Tabelle VI.

Aluminium-Tellur.

Gleichstrom.

Äußerer Widerstand ungefähr 0,5 Ohm.

| Volt | Vom Tellur zum Aluminium | | Vom Aluminium zum Tellur | |
|---|---|---|---|---|
| | Stromstärke in $10^{-3}$ Amp. | Widerstand in Ohm | Stromstärke in $10^{-3}$ Amp. | Widerstand in Ohm |
| 0,4 | 50 | 8 | 8 | 50 |
| 0,6 | 100 | 6 | 8 | 75 |
| 0,8 | 180 | 4,4 | 9 | 89 |
| 1,0 | 250 | 4,0 | 10 | 100 |
| 1,4 | 370 | 3,8 | 10 | 140 |
| 2,8 | 1000 | 2,8 | 15 | 186 |

Ich habe ferner Versuche mit einem Kontakt gemacht, der durch Einschmelzen des Endes eines Aluminiumdrahtes Nr. 20 in einen Tellurblock gebildet war; die andere Kontaktstelle wurde dabei durch Einführung eines weißglühenden Platindrahtendes in das Tellur gebildet. Heißes Platin, das auf diese Weise eingeführt worden ist, stellt einen Kontakt von sehr niedrigem Widerstand dar und scheint tatsächlich mit dem Tellur eine Legierung einzugehen. Ein derartiger Tellur-Aluminium-Kontakt ist zwar als Gleichrichter für Wechselstrom nicht sehr wirksam, besitzt aber, wie aus der Tabelle VI ersichtlich wird, ein bemerkenswertes einseitiges Leitvermögen für Gleichstrom und hat außerdem für Untersuchungszwecke den weiteren Vorteil, daß sich alle Verhältnisse unbegrenzt konstant erhalten lassen. Mit dieser Kontaktform habe ich Spuren einer Polarisation gesucht, indem ich den Gleichrichter mittels eines schnell arbeitenden Umschalters plötzlich aus dem Batteriekreis in den Galvanometerkreis gelegt habe. Wenn indessen eine Polarisation besteht, so wird sie durch die starken thermoelektrischen Ströme, welche in der unvermeidlichen Erwärmung der Gleichrichterkontakte ihre Ursache haben, so weit maskiert.

## Schlußfolgerungen.

Eine einleuchtende Erklärung für die oben beschriebene Erscheinung scheint es nicht zu geben. In allen beobachteten Fällen hat der Kontakt einen Widerstand von mehreren Ohm, als ob zwischen den Leitern eine Widerstand bietende Schicht vorhanden wäre. In allen Fällen haben wir ferner einen verhältnismäßig schlechten Leiter in Kontakt mit einem guten, indessen verläuft die Gleichrichtung bei Kohle-Stahl und bei Silizium-Stahl in der Richtung vom guten zum schlechten Leiter, während sie bei Tellur-Aluminium im entgegengesetzten Sinne verläuft. Es mag erwähnenswert sein, daß dies auch die Richtung des gleichgerichteten Stromes beim elektrolytischen Gleichrichter aus Aluminium ist. Wenn man die Leitfähigkeit des Tellurs als nicht streng metallisch ansehen darf, so könnte zwischen beiden ein Zusammenhang bestehen. Ein weiterer eigentümlicher Umstand ist, daß der gleichgerichtete Strom in allen Fällen dem durch Erwärmung des Kontaktes hervorgerufenen thermoelektrischen Strom entgegenfließt. Dieser Umstand zeigte sich besonders durch die Umkehrung des thermoelektrischen Effektes bei den Siliziumproben, bei denen die Gleichrichterwirkung umgekehrt war. Welcher Zusammenhang möglicherweise zwischen den beiden Tatsachen bestehen mag, ist keineswegs klar. Möglicherweise haben wir es hier mit der noch dunklen Frage des Entweichens von Elektronen aus einem leitenden Medium zu tun. Falls das Entweichen aus einem Leiter leichter erfolgt als aus einem anderen, so würde die Erscheinung erklärt sein.

Die beschriebenen gleichgerichteten Ströme waren nur schwach. Es erscheint indessen möglich, daß sich durch geeignete Anordnung von Kontakten — vielleicht durch Parallelschaltung — viel stärkere Ströme würden gleichrichten lassen.

Sämtliche erwähnte Gleichrichter sind wirksame praktische Detektoren für elektrische Schwingungen. Die Silizium- und die Telluretektoren sind bereits wohlbekannt und im praktischen Gebrauch und besitzen annähernd dieselbe Empfindlichkeit wie die bekannten Detektoren vom elektrolytischen Typus. Der Kohle-Stahl-Gleichrichter vermag, auch ohne äußere elektromotorische Kraft, ungefähr dieselbe Empfindlichkeit für schwache Signale zu erreichen, wenn der Kontakt geeignet angefertigt und eingestellt worden ist.

Eine ausführlichere Arbeit über diesen Gegenstand soll im Bulletin of the Bureau of Standards erscheinen.

National Bureau of Standards, Washington, im Januar 1908.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 17. Februar 1908.)

---

## Einige Beobachtungen über Elastizität und innere Reibung von Legierungen aus Kadmium und Zink, angestellt von J. Miller.

Mitgeteilt von W. Voigt.

Das Ziel der zu besprechenden Beobachtungen war die Feststellung, ob dem singulären thermodynamischen Verhalten der Legierungen auch ein singuläres mechanisches entspricht,

speziell, ob die (exzeptionell einfache) V-förmige Kurve des Schmelzpunktes der Kadmium-Zink-Legierungen, die bei 82,4 Proz. Kadmium ihren tiefsten (eutektischen) Punkt hat, ein Analogon bei den Kurven für die Elastizitäts- und die Reibungsmoduln von Biegung und Drillung besitzt.

Die Beobachtungen sind nicht ganz zu Ende geführt, da Herr Miller gezwungen war, seine Arbeitszeit in Göttingen vorzeitig zu beendigen. Immerhin sind vorläufige Resultate erhalten, die eine Mitteilung lohnen. Fehlen doch bisher, soweit mir bekannt, systematische Beobachtungen über die innere Reibung von Legierungen durchaus, und der von Herrn Miller gefundene (umgekehrte) Parallelismus zwischen den Kurven der inneren Reibung und derjenigen der Schmelztemperatur verdient gewiß Interesse.

Das Material für die Beobachtungen boten (wie bei meinen bezüglichen Messungen[1]) Stäbchen von beiläufig 1 oder 1,5×5 mm Querschnitt und 12 cm Länge, die aus einem zylindrischen Guß herausgeschnitten waren. Wir verfuhren bei der Herstellung des Gußstückes in der Weise, daß die beiden Metalle in abgewogenen Mengen in ein Rohr von Jenenser Glas gefüllt wurden (das spezifisch schwerere nach oben), und daß das Schmelzen in einer Wasserstoffatmosphäre bewirkt wurde. Die Schmelze wurde kräftig umgerührt. Hierauf wurde das Rohr bis auf einige Millimeter Druck evakuiert und nahezu horizontal geneigt, um vorhandene Gasblasen zum Entweichen zu bringen. Nach Aufrichtung des Rohres wurde der Atmosphärendruck wieder hergestellt und durch allmähliche Abkühlung von unten her eine regelmäßige Erstarrung der Schmelze ohne Hohlräume bewirkt.

Aus den Gußstücken hat Herr Mechaniker Bartels, hier, die Stäbchen sorgfältig und unter möglichster Vermeidung von Temperaturänderungen hergestellt.

Die zu den Beobachtungen dienenden Apparate waren die früher von mir zu analogen Untersuchungen benutzten[2]), bei denen die Stäbchen durch geeignete Verbindung mit großen trägen Massen zu ziemlich langsamen Biegungs- und Drillungsschwingungen gezwungen wurden. Die bez. Schwingungsdauern geben ein Maß der Elastizitätsmoduln, die bez. logarithmischen Dekremente ein Maß der Reibungsmoduln. Die Registrierung der Schwingungsamplituden geschah photographisch; die logarithmischen Dekremente wurden durch Rechnung auf unendlich kleine Amplituden reduziert.

Bei den Beobachtungen über innere Reibung bietet sich die prinzipielle Frage, auf welcher Grundlage man die Vergleichung zwischen den auf verschiedene Legierungen bezüglichen Zahlen vornehmen soll. Wie ich seinerzeit gezeigt habe, genügt weder die einfache Übertragung der Kräfte der inneren Reibung aus der Hydrodynamik, noch auch der Boltzmannsche Ansatz für die elastische Nachwirkung zur Darstellung der bei Stäben aus derselben Substanz, aber unter Benutzung verschiedener Schwingungsdauern erhaltenen Beobachtungen, — eine genügende Theorie der Dämpfung in festen Körpern ist noch nicht aufgestellt.

Was man allgemein aussagen kann, ist etwa dieses. Für unendlich kleine Schwingungen sind die Bewegungsgleichungen in den die Konfiguration bestimmenden allgemeinen Koordinaten $p$ linear anzusetzen. Schreibt man dann

$$\mu\frac{d^2p}{dt^2}+p+a_1\frac{dp}{dt}-a_3\frac{d^3p}{dt^3}+a_5\frac{d^5p}{dt^5}+\cdots=0,$$

so sind die in die $a_k$ multiplizierten Glieder sämtlich energieverzehrend, stellen also Widerstandskräfte dar. Man kann plausibel machen, daß die Umstände der Beobachtung ausschließlich in dem Faktor $\mu$ von $d^2p/dt^2$ enthalten sind, die $a_k$ aber Parameter allein der Substanz des Stabes darstellen. In diesem Falle läßt sich dann zeigen, daß das logarithmische Dekrement nur eine Funktion der Schwingungsdauer $T$ ist, d. h. von den Umständen der Beobachtung nur insoweit abhängt, als sie auf dieses $T$ Einfluß üben.

Akzeptiert man dies Resultat, dann ist es das Naturgemäße, die bei verschiedenen Schwingungsdauern beobachteten und auf unendlich kleine Amplituden reduzierten Dekremente auf gleiche Dauern reduziert einander gegenüber zu stellen. Dies ist denn im folgenden geschehen.

Die Reduktion konnte dabei, da es sich zunächst nur um eine qualitative Frage handelte, in ziemlich roher Weise graphisch ausgeführt werden. Es sei übrigens bemerkt, daß gerade bei der interessantesten Legierung (82,4 Proz. *Cd*, 17,6 Proz. *Zn*) die beobachteten Zahlen so regelmäßig verlaufen, daß die interpolierten Werte eine erhebliche Sicherheit besitzen. Auch für reines Kadmium ist die (nach meinen Beobachtungen) angegebene Zahl durchaus zuverlässig. Dagegen ließ sich für Zink aus meinen Beobachtungsresultaten ein brauchbarer Wert für die Vergleichung nicht gewinnen, da meine Beobachtungen bei dieser, durch grob kristallinische Struktur ungünstigen Substanz nur eine Rekognoszierung darstellen und sich auf ein kleines Bereich von Schwingungsdauern beziehen, das von der gewählten Vergleichsdauer $T$ ziemlich abliegt. Immerhin ist so viel sicher,

1) W. Voigt, Gött. Abh. 1892; Wied. Ann. **47**, 671, 1892.
2) W. Voigt, l. c.

daß die logarithmischen Dekremente für Zink ganz erheblich kleiner sind, als bei der zinkreichsten Kadmiumlegierung, und dies ist für die gestellte Aufgabe ausreichend.

In der folgenden Tabelle sind für die in den ersten Kolonnen angegebenen Mischungsverhältnisse aufgeführt: 1. der Modul $s$ der Biegungs-, 2. der Modul $s_2$ der Drillungselastizität, 3. das logarithmische Dekrement $l_1$ der Biegungsschwingungen bei $T = 1''$, 4. das Dekrement $l_2$ der Drillungsschwingungen bei $T = 0{,}5''$. Die hier für Zink in Klammern aufgeführten Zahlen beziehen sich auf die Schwingungsdauern von resp. 0,74″ und 0,43″.

| *Cd* | *Zn* | $s.10^{12}$ | $s_2.10^{12}$ | $l_1.10^3$ | $l_2.10^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 100 | 0,99 | 2,63 | (6,0) | (5,8) |
| 20 | 80 | 1,34 | 3,21 | 34 | 20 |
| 40 | 60 | 1,24 | 3,06 | 32 | 25 |
| 60 | 40 | 1,42 | 3,59 | 37 | 32 |
| 82,4 | 17,6 | 1,57 | 3,94 | 40 | 38 |
| 90 | 10 | 1,62 | 4,13 | 38 | 33 |
| 100 | 0 | 1,44 | 4,17 | 25 | 30 |

Unter diesen Zahlen, die, wie schon bemerkt, sämtlich als vorläufige anzusehen sind, haben die für die Legierung aus 20 Proz. *Cd* und 80 Proz. *Zn* erhaltenen eine besonders große Unsicherheit. Es scheint, daß diese Legierung grob kristallinisch erstarrt oder sonstwie schwierig homogen zu erhalten ist. Bei der Kleinheit der Präparate müssen natürlich Störungen sich ganz anders geltend machen, als bei Stäben von großen Dimensionen. Ein zweiter Guß konnte nur noch auf die Werte der Biegungsmoduln hin untersucht werden, gab hier aber untereinander ähnlich abweichende Werte, wie der erste. Der Mittelwert fand sich zu $s = 1{,}25.10^{-12}$, also einem einfachen Verlauf von $s$ mit dem Mischungsverhältnis etwas günstiger, als der in der Tabelle enthaltene.

Im übrigen erweist sich der Verlauf von $s$ und $s_2$, als in einem flachen Boden stattfindend, ohne auffallendes Verhalten im eutektischen Punkt. Im Gegensatz dazu zeigen die Kurven für die logarithmischen Dekremente $l_1$ und $l_2$ in jenem Punkte starke Maxima. Die innere Reibung (wenn man dieses Wort im weitesten Sinne nimmt) ist also bei den Kadmium-Zink-Legierungen bei diesem Mischungsverhältnis am größten und fällt nach der Seite des reinen Kadmium wenig, nach der Seite des reinen Zink sehr stark ab.

Göttingen, im März 1908.

(Eingegangen 22. März 1908.)

## Registrierungen der Niederschlagselektrizität mit dem Benndorf-Elektrometer.

(Vorläufige Mitteilung aus dem Meteorologisch-Magnetischen Observatorium Potsdam.)

Von Karl Kähler.

Beobachtungen über die Eigenelektrizität der Niederschläge sind zuerst von Elster und Geitel ausgeführt worden.[1]) Ihre Methode ist, wie sie selbst oft betonen, insofern nicht ganz einwandfrei, als es bei der Anordnung noch denkbar ist, daß Tropfen in das Auffanggefäß gelangen, die mit den Schutzhüllen in Berührung gewesen sind. Diese Tropfen könnten Ausschläge hervorrufen, die dem augenblicklichen Erdfeld entgegengesetzt gerichtet sind. Nun sprechen aber die Resultate von Elster und Geitel durchaus gegen einen größeren fälschenden Einfluß dieser Tropfen. Später hat E. Weiß[2]) diesen Einfluß ganz ausgeschaltet, dadurch, daß er eine zum Vermeiden des Abspritzens mit Bürsten versehene Auffangvorrichtung im Freien dem Niederschlag exponierte und erst nach erfolgtem Aufladen in die Schutzhüllen brachte und mit dem Elektrometer verband. Seine Resultate zeigen noch öfters als die von Elster und Geitel entgegengesetztes Verhalten von Gefälle und Niederschlagselektrizität, so daß es also dadurch noch wahrscheinlicher wird, daß die obenerwähnte Korrektion wegen der abspritzenden Tropfen nur gering ist.

So dankenswert nun derartige Einzelbeobachtungen sind, so liegt doch der Vorteil von ständigen Registrierungen auf der Hand. Den ersten Schritt hierzu tat Gerdien[3]), der im Sommer 1902 in Göttingen eine Reihe von Sommerregen photographisch registrierte und dabei zu ganz ähnlichen Resultaten wie Elster und Geitel gelangte. Bequemer und übersichtlicher als die photographische wäre aber entschieden eine mechanische Registrierung, und da liegt es nahe, an eine Benutzung des Benndorf-Elektrometers[4]) zu denken, das bei der Registrierung des Potentialgefälles schon jahrelang gute Dienste geleistet hat.

Als in Potsdam, Ende 1906, auf der sogenannten Beobachtungswiese des Observatoriums ein Wellblechhaus für Registrierung des Potentialgefälles und andere luftelektrische Messungen errichtet wurde, war auch ein Anbau für eine Niederschlagselektrizitätsregistrierung vorgesehen. Anfangs 1908 wurde diese dann eingerichtet. Die Anordnung ist im wesent-

1) J. Elster u. H. Geitel, Meteorol. Zeitschrift **5**, 95, 1880; Wiener Berichte **89**, 421, 1890 und Terrest. Magn. **4**, 15, 1899.
2) E. Weiß, Wien. Ber., **115**, 1285, 1906.
3) H. Gerdien, diese Zeitschr. **4**, 837, 1903.
4) H. Benndorf, diese Zeitschr. **7**, 98, 1906.

lichen folgende: die Niederschläge gelangen, ähnlich wie es Elster und Geitel und Gerdien angegeben haben, in eine isoliert aufgestellte Auffangschale aus Zinkblech, meist ist eine Schale von 30 cm Durchmesser und 10 cm Höhe benutzt worden. Dieses Gefäß steht mitten in einem Zinkblechkonus, der oben 30 cm Öffnung hat und einige Zentimeter aus dem Dache des Wellblechhauses hervorragt. Ringsum auf diesem Dache ist ein oben offener Drahtkäfig angebracht, der von der Mitte der oberen Konusöffnung 120 cm in der Vertikalen und 85 cm in der Horizontalen entfernt ist, so daß also Tropfen, die unter einem Winkel von etwas über 30° den oberen Rand des Drahtnetzes streifen, schon nicht mehr in den Konus und damit nicht in das Auffanggefäß gelangen können. Um ein Abspritzen an der oberen, deswegen auch scharfen Kante des Konus noch unwirksamer zu machen, ist außerdem über diesen Konus ein weiterer zweiter gesetzt, der 27 cm über den inneren reicht und 70 cm oberen und 100 cm unteren Durchmesser hat. Dadurch gelingt es, das elektrische Feld über dem ersten Konus fast ganz zu beseitigen, wie sich durch einen Flammenkollektor feststellen ließ.

Das Auffanggefäß ist mit drei gerieften, durch Zinkblechhülsen geschützten Bernsteinklötzen auf einem hohen Holzgestell im Inneren des Wellblechhauses aufgestellt und mit der Nadel des Benndorf-Elektrometers verbunden. Um dieses möglichst empfindlich zu machen, wurden die beiden Aufhängefäden möglichst nahe zusammengerückt und eine Batterie von 500 Bittersalzelementen, deren jedes ungefähr 1 Volt Spannung hat, an die Quadranten gelegt. Auf diese Weise wurde eine Empfindlichkeit von 0,3 Volt pro Millimeter erreicht. Um die Registrierung zu ermöglichen, ist nur eine kleine Änderung des für Potentialgefälleregistrierung benutzten Benndorf-Elektrometers vonnöten. Bei diesem Instrument hindert ein oberhalb der Quadranten in die vertikale Achse eingesetztes Bernsteinstück die Ladung daran, in die Fäden und auch in den horizontalen Zeiger zu dringen. Für die Messung der Niederschlagselektrizität ist nun ein zweites Bernsteinstück in den Zeiger dicht an der vertikalen Achse eingesetzt und dieser außerdem durch einen kurzen Kupferdraht mit der Hauptnadel verbunden worden, so daß also jetzt die Ladung ungehindert bis in die Spitze des Zeigers gelangen kann.

Wenn kein Niederschlag fällt, so gibt die Registrierung eine Reihe von Punkten in der Mitte des Registrierpapiers und zugleich damit die Nullinie für die Ausschläge. Fällt Niederschlag in das Auffanggefäß, so lädt sich die Nadel auf und schlägt aus. Der alle 2 Minuten erfolgende Schlag des Hebels auf den Zeiger leistet zweierlei: einmal fixiert er mittels des Blaubandes genau wie bei der Registrierung des Potentialgefälles die momentane Stellung des Zeigers auf dem Registrierpapier und dann entlädt er ihn gleichzeitig, so daß er in seine Nullage in der Streifenmitte zurückkehrt.

Diese Registrierung ist seit Mitte Januar 1908 im Gange und hat sich durchaus bewährt. Da das Wellblechhaus geheizt wird, hält sich die Isolation der Bernsteinklötze trotz andauernder Regenfälle wochenlang gut. Die gewählte Empfindlichkeit (1 mm = 0,3 Volt) gibt schon bei mäßigem Regen deutlich sichtbare Ausschläge, bei heftigen Böen geht die Nadel oft bis zum Streifenrand, was einem Ausschlag von 50 mm entspricht. Ein kleiner Nachteil der Methode liegt in der wegen der großen Empfindlichkeit langen Schwingungsdauer der Nadel, infolgedessen könnte es vorkommen, daß nach erfolgter Ableitung die Nadel beim nächsten Kontakt noch nicht in die Ruhelage zurückgekehrt ist. Deswegen ist auch der längere 2 Minuten-Kontakt statt des beim Potentialgefälle üblichen 1 Minuten-Kontaktes gewählt worden.

Das Hauptbedenken gegen die Ausschläge bleibt, wie bei Elster und Geitel, die Berührung von hineinfallenden Tropfen mit Teilen des Schutzaufbaues. Die Wiese ist allerdings in einiger Entfernung ringsum von Bäumen umgeben, so daß starker Wind erheblich gedämpft wird und daher wohl Winkel der fallenden Tropfen über 30° gegen die Vertikale selten sein werden. Ein Abspritzen vom größeren äußeren Konus wird auch wohl nicht ins Gewicht fallen, zumal das Feld durch das umgebende Drahtnetz schon stark geschwächt ist; am inneren engeren Konus ist es so gut wie ganz aufgehoben.

Das so gewonnene Material über die Elektrizität der Niederschläge soll später einer genauen Prüfung unterzogen werden. Hier seien nur einige vorläufige Ergebnisse mitgeteilt, im Vergleich mit gleichzeitigen Registrierungen des Potentialgefälles, die in demselben Wellblechhause stattfanden.

Bei gewöhnlichem Regen überwiegen beim Gefälle die negativen, bei der Niederschlagselektrizität, wenigstens bei den bisher registrierten etwa 20 Fällen, die positiven Werte. Es ist dies in Übereinstimmung mit den Versuchen von Weiß, während bei denen von Gerdien und den sehr zahlreichen von Elster und Geitel negative Ladungen der Niederschlagselektrizität häufiger waren. In vielen Fällen ist die Regenelektrizität direkt das Spiegelbild des Gefälles[1]); doch wurde auch eine Reihe

1) Vergl. E. Weiß, a. a. O., S. 1288.

von Fällen registriert, wo beide stundenlang den gleichen Gang zeigten. Bei einigen Regen ist bald entgegengesetztes, bald gleiches Vorzeichen vorhanden; besonders stark scheint dies bei einem Gemisch von Schnee und Regen der Fall zu sein.

Im Gegensatz zu diesen Unterschieden ist bei einer Reihe von meist kurzen Regen- und Graupelböen, wie sie vor allem mehrfach in der zweiten Februarhälfte auftraten, ein recht einfacher Gang vorhanden, der wohl bestimmte Schlüsse gestattet. 8 der registrierten 10 Böen beginnen mit steilem positivem Potentialgefälle, während gleichzeitig die Niederschlagselektrizität nichts oder nur einen sehr schwachen ebenfalls positiven Ausschlag zeigt, der aber dann überall in stark negativen übergeht. Bei 6 von den 8 Böen folgt das Gefälle gleichzeitig oder etwas später mit ebenfalls starken negativen Werten nach, bei den anderen bleibt es schwankend positiv. Während dann die Niederschlagselektrizität langsam auf Null zurückkehrt, weist das Gefälle bei einigen Böen noch wieder hohe positive Felder auf; doch kehrt es bei den meisten auf der Rückseite der Böe aus tiefem negativem Wert auf Null zurück. Zur selben Zeit zeigt die Eigenelektrizität oft wieder einen ähnlichen schwachen positiven Ausschlag wie auf der Vorderseite. In einem Fall ist es allerdings gerade umgekehrt: Das Gefälle endet mit starkem positivem, die Niederschlagselektrizität zeigt am Schluß geringen erneuten negativen Wert. Nur bei einer der 8 Böen schließt sich an den typischen tiefen negativen Ausschlag noch eine weitere starke unübersehbare ± Schwankung von Gefälle und Eigenelektrizität. Auch die beiden von der Norm dieser 8 Fälle abweichenden Böen sind längere mit ergiebigem Niederschlag. Die eine, verbunden mit starkem Hagelfall, verursachte an ihrer Vorderfront sowohl beim Potentialgefälle als auch bei der Eigenelektrizität steile positive Ausschläge. Die weitere Schwankung, die stark und unübersehbar positiv und negativ zu sein scheint, ist bei der Niederschlagselektrizität durch Festgeraten der Nadel gestört. Die zweite Böe, von Graupel- und Schneeschauern begleitet, weist am Anfang am Gefälle stark negativen, bei der Eigenelektrizität deutlichen positiven Ausschlag auf. Während dann das Gefälle größtenteils negativ bleibt, schwankt ausnahmsweise die sonst meist trägere Niederschlagselektrizität von positiven zu negativen Werten.

Ein Zusammenhang zwischen der Niederschlagsmenge und der Größe der Niederschlagselektrizität, der, wenigstens ungefähr bei den letzten drei Fällen, vorhanden ist, fehlt oft ganz bei den übrigen. So sind unter den Böen zwei, bei denen der Registrierapparat[1]) des Observatoriums, der die Regenhöhe 23fach vergrößert, kaum einen erkennbaren Ausschlag aufweist, und trotzdem ist der typische negative Ausschlag der Eigenelektrizität ebenso groß, wie bei einer anderen, die 0,5 mm Niederschlag ergab.

Bei diesen Böen überwiegt also bei der Niederschlagselektrizität weitaus die negative Ladung.

Auch Gerdien[2]) fand bei den Sommerböen des Jahres 1902 ein Überwiegen der negativen Vorzeichen und hebt ferner hervor, daß das Potentialgefälle häufiger mit hohen positiven Werten beginnt als die elektrischen Regenladungen. Auch die größere Trägheit dieser im Zeichenwechsel gegenüber dem Gefälle, die schon Elster und Geitel gefunden hatten[3]), erwähnt er.

Bei den hier betrachteten Böen können jedenfalls die an der Vorderfront auftretenden starken positiven Werte des Potentialgefälles keine Wirkung der Niederschlagselektrizität sein, sondern der auf der Vorderseite hochsteigenden Luft allein; wenn man die Böe mit Köppen[4]) für einen Wirbel mit horizontaler Achse hält. Höchstens führen, darauf deuten allerdings die schwachen Ausschläge am Anfang hin, die ersten Tropfen eine geringe positive Ladung mit sich, die aber bald durch die 10—20 mal stärkeren der darauffolgenden negativen verdrängt wird. Die bei fast allen Böen auftretenden starken negativen Werte des Potentialgefälles sind deutlich eine Folge der negativen Regen und Graupelladungen.

Ferner scheint mir, in den hier mitgeteilten markanten Fällen eine Bestätigung der von J. J. Thomson und W. C. R. Wilson begründeten, von H. Gerdien weiter ausgebauten Anschauungen über die Kondensationsvorgänge der Atmosphäre[5]) zu liegen. Für eine genauere Prüfung muß allerdings erst weiteres Material abgewartet werden.

1) Vgl. A. Sprung, Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen. Potsdam 1898. S. V.
2) H. Gerdien, a. a. O., S. 841.
3) Elster u Geitel, Wien. Ber. 1890, S. 437.
4) W. Köppen, Zeitschrift für Meteorologie **19**, 12, 1884.
5) Vgl. H. Gerdien, diese Zeitschr. **6**, 659, 1905; woselbst auch die ältere Literatur angegeben ist.

Potsdam, 5. März 1908.

(Eingegangen 5. März 1908.)

## Kleine periodische elektromotorische Kräfte beliebigen zeitlichen Verlaufs.

Von Ludwig Baumgardt.

Der zeitliche Verlauf der elektromotorischen Kraft, die in der leitenden Umgrenzung einer

Fläche induziert wird, ist gegeben durch die zeitliche Änderung der Anzahl magnetischer Kraftlinien, welche jene Fläche durchsetzen. Während es nun praktisch nicht wohl angängig ist, jede beliebige vorherbestimmte zeitliche Änderung der wirksamen magnetischen Feldintensität zu erzielen, ist es mit verhältnismäßig einfachen Mitteln möglich, den Inhalt der leiterumgrenzten Fläche in vorher bestimmter durchaus beliebiger zeitlicher Regelmäßigkeit zu ändern und so bei konstanter Magnetfeldintensität elektromotorische Kräfte jedweden gewünschten zeitlichen Verlaufs zu erhalten. Allerdings ist die Größenordnung solcherart erzeugter elektromotorischer Kräfte sehr klein.

In einigen hier behandelten Beispielen wird einer von den zum Ziel führenden Hauptwegen angedeutet. Dabei ist absichtlich keine Rücksicht auf den absoluten Höchstwert und die Periodenzahl der zu beschaffenden elektromotorischen Kräfte genommen, es ist vielmehr lediglich darauf Wert gelegt, darzutun, wie jeder beliebige vorher festgelegte Charakter der Kurve der elektromotorischen Kraft in Abhängigkeit von der Zeit erzielt werden kann.

Gewünscht werde eine elektromotorische Kraft nach Fig. 1.

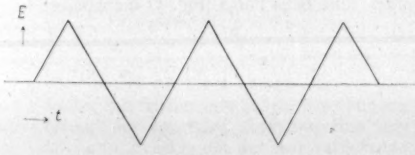



Fig. 1.

Erste Lösung: Aus leitendem Material wird eine Schleifkurve $a\,a$ (Fig. 1a) hergestellt, die aus zwei symmetrischen Teilen besteht und durch die Polargleichung $r = \sqrt{\varphi}$ (zwischen $\varphi = o$ und $\varphi = \pi$) bestimmt ist.[1]) In diese Schleifkurve wird ein aus leitendem Material bestehender Schleifkreis bei $b\,b$ isoliert eingebettet, dessen Mittelpunkt der Pol $p$ der Schleifkurve $a\,a$ und dessen Radius $R = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$ ist. Um den Pol $p$ rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega$ der auf beiden festliegenden Schleifkurven ablaufende leitende Fahrstrahl $\varrho$ in der Richtung des Pfeiles, während die Linien eines konstanten Magnetfeldes $H$ senkrecht zu der von den Schleifkurven begrenzten Fläche verlaufen.[2])

Die erzeugte elektromotorische Kraft wird

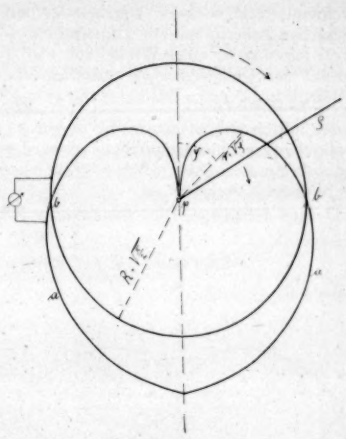



Fig. 1a.

$$E = \text{const}\, H\omega[R^2 - r^2] = CH\omega\left[\frac{\pi}{2} - \varphi\right].$$

In der an die zwei festliegenden Schleifkurven ebenfalls fest angelegten Nutzstromleitung wirkt also — von der Rückwirkung des erzeugten Stromes auf das primäre Feld $H$ abgesehen — eine elektromotorische Kraft des gewünschten zeitlichen Charakters.

Zweite Lösung: Der in Fig. 1a dargestellte Schleifkreis wird weggelassen; um $p$ rotieren (Fig. 2) mit der konstanten Winkel-

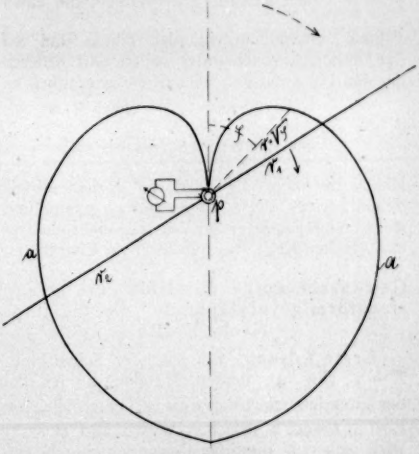



Fig. 2.

1) In dieser Figur wie in allen übrigen ist der Einfachheit halber von der Angabe jedweden konstanten Proportionalitätsfaktors abgesehen.

2) Letzteres gilt auch für alle übrigen Figuren.

geschwindigkeit $\omega$ zwei voneinander auf der Drehachse isolierte leitende Fahrstrahlen $r_1$ und $r_2$, die miteinander einen Winkel von 180° bilden und auf der Schleifkurve $a\,a$ ablaufen. Es wird

$$E = \text{const}\ H\omega[r_2^2 - r_1^2] = C_1 H\omega[\pi - 2\varphi].$$

In der mittels Schleifbürsten bei $p$ von $r_1$ und $r_2$ abgehenden Nutzstromleitung wirkt darnach eine elektromotorische Kraft des vorher bestimmten zeitlichen Verlaufes.

Dritte Lösung: Die Schleifkurve (Fig 3)

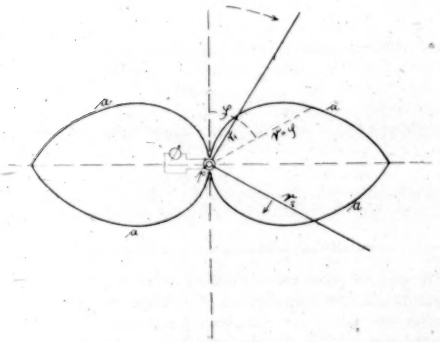


Fig. 3.

besteht aus 4 symmetrischen Teilen $a\,a\,a\,a$ nach der Polargleichung $r = \varphi$ $\left[\text{zwischen } \varphi = o \text{ und } \varphi = \frac{\pi}{2}\right]$. Zwei leitende Fahrstrahlen, die einen Winkel von 90° miteinander bilden und auf der Drehachse voneinander isoliert sind, rotieren um den Pol $p$ mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega$.

$$E = \text{const}\ H\cdot\omega[r_2^2 - r_1^2] = \text{const}\ H\cdot\omega$$
$$\left[\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^2 - \varphi^2\right] = C_2 H\omega\left[\frac{\pi}{2} - 2\varphi\right].$$

Die Nutzstromleitung wird wie vorher mittels Schleifbürsten bei $p$ an $r_1$ und $r_2$ gelegt und steht ersichtlich unter der Wirkung einer elektromotorischen Kraft des gewünschten Charakters.

Gewünscht werde weiterhin eine streng sinusförmig verlaufende elektromotorische Kraft.

Erste Lösung: Ein leitender Schleifkreis, $R = 1$ (Fig. 4), dessen Mittelpunkt der Pol der leitenden Schleifkurve $a\,a$ ist, [Polargleichung $r = \sqrt{1 - \cos\varphi}$ zwischen $\varphi = o$ und $\varphi = \pi$] wird isoliert in die Schleifkurve $a\,a$ eingebettet. Ein leitender Fahrstrahl rotiert um $p$ mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega$.

$$E = \text{const}\ H\cdot\omega\,[R^2 - r^2] = C_3 H\omega\cos\varphi.$$

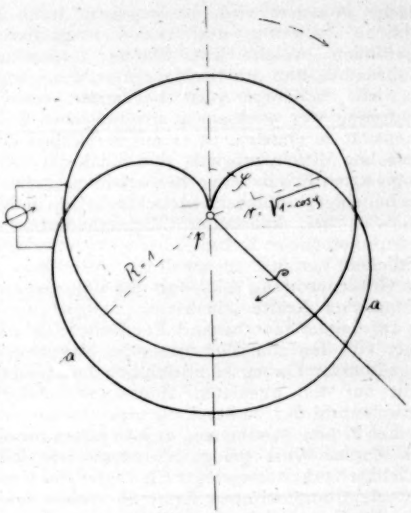


Fig. 4.

Zweite Lösung: Als Schleifkurven werden zwei nahe beim Pol $p$ (Fig. 5) ineinander übergehende leitende Kreise gewählt, so daß zwischen $o$ und $\pi$ $r = \sin\varphi$ ist. Die zwei um 90° gegeneinander versetzten Fahrstrahlen rotieren um $p$ mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega$.

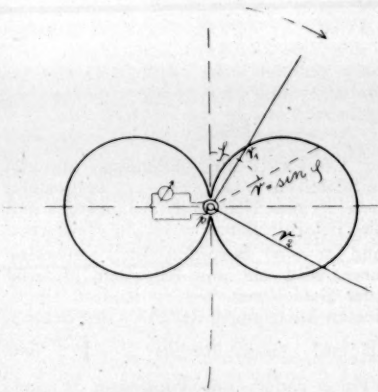


Fig. 5.

$$E = \text{const}\ H\omega[r_2^2 - r_1^2] = \text{const}\ H\omega[\cos^2\varphi - \sin^2\varphi] = C_4 H\omega\cos 2\varphi.$$

Dritte Lösung: Die vier symmetrischen Teile $a\,a\,a\,a$ der zwei Schleifkurven in Fig. 6

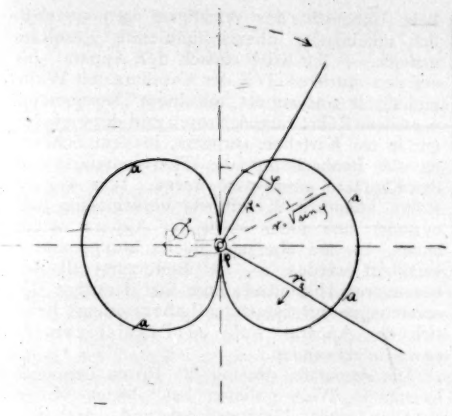


Fig. 6.

genügen der Polargleichung $r = \sqrt{\sin\varphi}$ (zwischen $\varphi = o$ und $\varphi = \frac{\pi}{2}$).

$$E = \text{const}\, H\omega\,[r_2^2 - r_1^2] = \text{const}\, H\omega\,[\cos\varphi - \sin\varphi]$$
$$= C_5 H\omega \cos\left(\frac{\pi}{4} + \varphi\right).$$

Von den zahlreichen möglichen Anordnungen zur Lösung der gestellten Aufgabe, eine vorher bestimmte, beliebig mit der Zeit variierende elektromotorische Kraft zu schaffen, ist die einfachste, ausnahmslos in jedem Fall anwendbare und zweckmäßigste diejenige, welche in den vorgeführten Beispielen je an erster Stelle aufgeführt ist. Diese Anordnung bedingt die kleinste Zahl von Schleifstellen und die Polargleichung der Schleiflinie ist ohne weiteres aus dem gewünschten Verlauf der elektromotorischen Kraft ablesbar, auch wenn dieser nur graphisch vorliegt: Will man eine periodische elektromotorische Kraft beliebigen zeitlichen Verlaufes erhalten, $E$, so lege man einen Drahtkreis vom Radius $R = c.E_{-\max}$ isoliert in eine Drahtkurve ein, deren Polargleichung $r = c.\sqrt{E + E_{-\max}}$ ist. Senkrecht zur so umgrenzten Fläche lasse man die Linien eines konstanten gleichförmigen Magnetfeldes verlaufen und um den gemeinsamen Pol der beiden leitenden festliegenden Schleifkurven lasse man mit konstanter Winkelgeschwindigkeit einen auf den Schleiflinien ablaufenden geradlinigen Leiter rotieren. Die Nutzstromleitung liegt an den beiden festen Schleiflinien. $E_{-\max}$ ist der höchste in einer Periode vorkommende absolute Wert der elektromotorischen Kraft, solange deren Vorzeichen negativ ist, und $c$ ist eine mit dem Magnetfeld und der Winkelgeschwindigkeit zusammenhängende Konstante, die nicht näher erörtert zu werden braucht.

Daß diese allgemeine Regel auch in den beiden vorher behandelten Beispielen („erste Lösung") befolgt ward, erkennt man ohne weiteres, wenn man die Richtachse des Polarkoordinatensystems in den Fig. 1a und 4 um $90^0$ dreht.

Frankfurt a. M., März 1908.

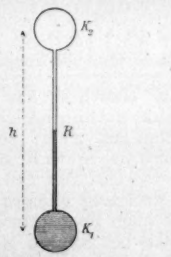
(Eingegangen 12. März 1908.)

## Einfacher Vorlesungsapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärme-Äquivalents.

Von L. Kann.

In dem Bestreben, einen in jeder Hinsicht tunlichst unmittelbaren Vorlesungsapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärme-Äquivalents zu schaffen, der also in erster Linie möglichst durchsichtig in seiner Wirkungsweise und einfach in seiner Handhabung und in der Auswertung seiner Ergebnisse sein sollte, kam ich schließlich auf den Gedanken, ein und dieselbe Substanz als energetisches, kalorimetrisches und thermometrisches Material zu verwenden, u. zw. Quecksilber in dem nachfolgend beschriebenen Glasapparat.

Der Apparat besteht aus zwei durch eine Kapillare $R$ miteinander verbundene, tunlichst inhaltsgleiche Kugeln $K_1$ und $K_2$ und ist zur




Hälfte mit reinem Quecksilber gefüllt, so daß dasselbe in der gezeichneten Stellung die untere Kugel $K_1$ ganz erfüllt und in der Kapillare bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ungefähr bis zur Mitte steht. Die Kapillare ist mit einer Millimeterteilung oder besser gleich mit einer Gradskala versehen, so daß der sorgfältig evakuierte Apparat soweit einem sehr empfind-

lichen Thermometer entspricht, da die Quecksilbermasse beträchtlich und die Kapillare ziemlich eng ist.

Zur Bestimmung des mechanischen Wärme-Äquivalents braucht man nun bloß mehrmals das Quecksilber durch Umdrehen des Apparates aus der einen Kugel in die andere laufen zu lassen und am Apparat selbst die hierdurch entstehende Temperaturerhöhung des Quecksilbers abzulesen. (Hierbei wird nämlich die wiederholte Fallarbeit des Quecksilbergewichts $Q$ über die Höhe $h$, wie wir annehmen können, in Wärme umgesetzt und zur Temperatursteigerung des Quecksilbers aufgewendet.) Könnte man bei diesem Vorgange nun von Leitungs- und Strahlungsverlusten u. dgl. absehen, so läßt sich die Berechnung des mechanischen Wärme-Äquivalentes äußerst einfach durchführen: Es ist für dieselbe dann bloß die Kenntnis des Abstandes $h$[1]) der Kugelmittelpunkte, der Zahl der Doppelumdrehungen $2n$ und der diesen entsprechenden Temperaturerhöhung $\triangle t$ nötig. Das Gewicht $Q$ des Quecksilbers fällt dann selbstverständlich aus der Rechnung aus, weil eine größere Quecksilbermasse zwar bei jeder Umdrehung eine entsprechend größere Fallarbeit liefert, dafür aber auch die hierdurch zu erwärmende Masse im gleichen Verhältnis wächst.

Die spezifische Wärme des Quecksilbers sei $\sigma_Q = 0{,}0333$, das mechanische Wärme-Äquivalent $A$; dann ist

$$A \cdot Q \cdot \sigma_Q \cdot \triangle t = 2n \cdot Q \cdot h \text{ und}$$

$$A = \frac{2n \cdot h}{\sigma_Q \cdot \triangle t}$$

z. B. für 10 Doppelumdrehungen und $h = 0{,}50$ m

$$A = \frac{10}{0{,}0333 \cdot \triangle t} = \frac{300}{\triangle t}.$$

Und es ergibt sich der gewöhnliche Wert von $A$ aus einer Temperaturerhöhung von ca. $0{,}7^\circ$ C.

Ganz so einfach ist nun allerdings die genauere Auswertung infolge der oben erwähnten Fehlerquellen nicht, und es muß daher, hauptsächlich wegen der Erwärmung des Glases, auch das Gewicht des Quecksilbers und des Glases in Rechnung gezogen werden. Aber es lassen sich unter Beobachtung auch nur der gewöhnlichsten bei solchen Messungen üblichen Vorsichtsmaßregeln und Korrekturen überraschend gute und — was für die Vorführung beim Unterricht das Wichtigste ist — verläßlich miteinander übereinstimmende Resultate erzielen. — Ich habe einfach den Apparat, bis auf den mittleren Teil der Kapillare mit Wolle umhüllt, in eine weitere, mit einem Thermometer versehene Röhre eingeschlossen und diese wieder gut in ein Kästchen verpackt, in dem Schlitze für die Beobachtung des Thermometers und der Kapillare ausgespart waren. (Die weitere Röhre könnte auch luftdicht verschlossen und evakuiert und innen, sowie der Apparat selbst außen, bis auf ein paar Beobachtungsschlitze versilbert werden. — Bei Benutzung all der besonderen Hilfsmittel eines für derartige Bestimmungen ausgestatteten Laboratoriums ließe sich der Apparat wohl zu Präzisionsmessungen verwenden.)

Die Apparate, die mir die Firma Lenoir & Forster in Wien geliefert hat, leiden bisher noch an einem kleinen Übelstand, der sich aber in der Folge leicht beheben lassen wird. Die in den Apparaten noch vorhandenen geringen Luftreste werden beim Umstürzen in der leeren Kugel durch das fallende Quecksilber abgeschlossen und treten nach beendigtem Abfluß an der Mündung der nunmehr gefüllten Kugel als ca. 2 mm langer Luftfaden, durch die Quecksilbersäule in der Kapillare wie bei einem Mac Leodschen Vakuummeter komprimiert, auf. Das hat aber, wie gesagt, nicht viel zu bedeuten, denn der Luftfaden tritt bei gleichmäßiger Handhabung mit großer Regelmäßigkeit an derselben Stelle auf, oder noch besser: er kann nach der gewünschten Zahl der Doppelumdrehungen vor der Ablesung aus der Kapillare entfernt werden, indem man den Apparat neigt, bis der Quecksilberfaden aus der Kapillare in die leere Kugel geflossen ist und auch dem Luftfaden in dieselbe zu entweichen gestattet hat, und dann wieder aufrichtet.

Der Apparat ist so zu dimensionieren, daß einerseits die Thermometerausschläge möglichst groß ausfallen und die Quecksilbermasse die Glasmasse — besonders für die angenäherte Bestimmung — beträchtlich überwiegt, andrerseits aber das Ausfließen nicht zu lange dauert.

Am günstigsten dürften sich folgende Dimensionen stellen: Radius der Kugeln ca. 2,8 cm, Abstand der Mittelpunkte ca. 50 cm; das gibt eine Abflußzeit von ca. 6′ für 10 Doppelumdrehungen, wobei $1^\circ$ C einem Ausschlag von ca. 15 mm entspricht.

Pilsen, März 1908.

(Eingegangen 20. März 1908.)

1) Wobei der Quecksilberfaden in der Kapillare vernachlässigt wird.

# VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 79. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU DRESDEN.

**H. Görges (Dresden), Allgemeine Sätze über den Betrieb von *n* parallel geschalteten Wechselstrommaschinen.**[1])

Den bisher aufgestellten Theorien über das Schwingen parallel geschalteter Wechselstrommaschinen ist der Vorwurf gemacht worden, daß sie nur einen speziellen Fall beträfen, nämlich den des Zusammenarbeitens einer ungleichförmig angetriebenen Maschine mit einem unendlich starken Netz von konstanter Spannung und konstanter Periodenzahl. Erst in der letzten Zeit hat man begonnen, den allgemeineren Fall des Parallelbetriebes mehrerer beliebiger Maschinen zu behandeln. So untersuchte Dr. Ing. Huldschiner[2]) den Parallelbetrieb zweier und dreier Maschinen auf graphischem Wege und etwa zu gleicher Zeit Dr. Fleischmann[3]) den Fall zweier Maschinen analytisch. Im Sommer 1907 hat Dr. Ing. Sarfert[4]) der Dresdner Technischen Hochschule eine Dissertation eingereicht, in der er den allgemeinen Fall von *n* Maschinen analytisch behandelt. Indem ich auf diese inzwischen erschienene Arbeit hinweise, will ich in ähnlicher Weise wie Sarfert die allgemeinen Differentialgleichungen aufstellen und einige allgemeine Sätze aus ihnen ableiten, während Sarfert die Gleichungen für den Fall integriert, daß keine Dämpfung vorhanden ist.

Die in einer Wechselstrommaschine auftretenden periodisch veränderlichen Vorgänge pflegt man durch trigonometrische Reihen darzustellen, von denen man häufig nur das erste Glied, die Grundschwingung, betrachtet. Eine solche einfache Sinusschwingung von konstanter Periode und konstanter Amplitude kann man, Fig. 1, durch die Projektion $OE'$ eines Vektors $OE$ auf eine mit konstanter Geschwindigkeit umlaufende Gerade $ZZ$, die Zeitlinie, darstellen. Ist dagegen die Periodenzahl nicht konstant, so kann man dies durch eine Drehung des Vektors um den Nullpunkt $O$ zum Ausdruck bringen. Rotiert die Zeitlinie nach rechts, so bedeutet eine Linksdrehung des Vektors $OE$ eine Verkürzung der Dauer einer Periode, also eine Erhöhung der Periodenzahl, und umgekehrt eine Rechtsdrehung des Vektors $E$ eine Verringerung der Periodenzahl. Langsame periodische Veränderungen der Periodenzahl können

Fig. 1.

Fig. 2.

also durch Schwingungen des Vektors um eine feste Richtung dargestellt werden.

Wenden wir das eben Gesagte auf eine einzige Maschine an, die nicht mit anderen parallel arbeitet, so muß der Vektor $E_1$, der ihre elektromotorische Kraft bei offenem Ankerkreise darstellt, schwingen. Denkt man sich der ganzen Maschine eine Rotation erteilt von der mittleren Geschwindigkeit der tatsächlich vorhandenen und ihr entgegengesetzt gerichtet, so kommt der rotierende Teil bei konstanter Geschwindigkeit vollkommen zur Ruhe, während er bei ungleichförmiger Rotation Schwingungen ausführt, die mit den Schwingungen des $E_1$-Vektors genau synchron und proportional sind. Bei einer zweipoligen Maschine ist die Schwingungsweite des rotierenden Teiles ebenso groß wie die des Vektors $E_1$; bei einer Maschine mit $2p$ Polen ist sie der $p$-te Teil der Schwingungsweite des Vektors.

Wird dieselbe Maschine — immer noch Einzelbetrieb vorausgesetzt — belastet, so weicht der Vektor ihrer Klemmenspannung $P$ in Größe und Richtung von dem $E_1$-Vektor ab, Fig. 2, und zwar hat der $E_1$-Vektor eine um so größere Voreilung $\alpha$ vor dem Spannungsvektor $P$, je größer die Belastung ist.

Wir wollen nun zum Parallelbetrieb übergehen und uns die Maschine an ein Netz angeschlossen denken, das bereits von anderen Maschinen gespeist wird. Der Vektor der Klemmenpannung $OP$ fällt dann nach Größe und Richtung mit dem Vektor der Netzspannung $ON$ zusammen. Hat die Netzspannung konstante Periodenzahl, während die Rotation der Maschine

1) Die Publikation dieses Vortrags ist auf Wunsch des Verfassers mit Rücksicht auf die Veröffentlichung einer Dissertation[4]) verzögert worden. D. Red.

2) Über das Pendeln parallel geschalteter Drehstromgeneratoren. Sammlung Elektrotechn. Vorträge. Stuttgart 1906.

3) Elektrotechn. Zeitschr. 1906, S. 873.

4) Über das Schwingen der Wechselstrommaschinen im Parallelbetrieb. Berlin 1908.

ungleichförmig ist, so steht der Netzvektor $ON$ still, während der $E_k$-Vektor schwingt. Und da die Leistung der Maschine dem Winkel $\alpha$, den die beiden Vektoren miteinander einschließen, proportional gesetzt werden kann, so schwankt dementsprechend die von der Maschine abgegebene elektrische Leistung $L$. Wir wollen diese Leistung die Voreilungsleistung nennen, Wird $\alpha$ negativ, so kehrt sich auch der Sinn der Leistung um und die Maschine arbeitet als Synchronmotor.

Im Parallelbetrieb ist die eben betrachtete Leistung aber nicht die einzige, die die Maschine abgibt. Es bildet sich nämlich unter dem Einflusse der Ankerströme ein rotierendes Feld aus, dessen Geschwindigkeit der Periodenzahl der Netzspannung proportional ist. Den Unterschied zwischen dieser Geschwindigkeit und der des umlaufenden Teiles nennt man die Schlüpfung, und wenn in den Polen Wirbelströme entstehen, so tritt eine zweite Leistung auf, die wie bei Asynchronmaschinen der Schlüpfung proportional ist. Wir wollen sie Schlüpfungsleistung oder Dämpfungsleistung nennen und mit $D$ bezeichnen. Das Auftreten von Wirbelströmen in den Polschuhen und demzufolge einer Schlüpfungsleistung wird ganz besonders durch die Anordnung einer Dämpfungswicklung nach Leblanc gefördert, die in starken, durch die Polschuhe gezogenen, an beiden Enden miteinander verbundenen Kupferstäben besteht.

Wollen wir nun den Parallelbetrieb allgemein behandeln, so müssen wir nach dem Vorschlage von Ossanna und Huldschiner[1]) annehmen, daß auch der Netzvektor $ON$ Schwingungen ausführt. Er schwinge um die feste Richtung $OA$, Fig. 3, und seine momentane Winkelabweichung von dieser Richtung sei $y$. Ferner sei die Winkelabweichung der Feldmagnete von ihrer Nullage in räumlichen Graden gemessen gleich $\chi$. Dann ist bei $p$ Polpaaren die Winkelabweichung des $E_k$-Vektors von der festen Richtung $OA$ gleich.

$$\alpha + y = p\chi. \tag{1}$$

Nun setzt sich die zugeführte mechanische Leistung, wenn man von den Verlusten in der Maschine absieht, in kinetische und elektrische Leistung um. Die kinetische Leistung hängt von dem räumlichen Winkel $\chi$ ab und ist proportional mit $\frac{d^2\chi}{dt^2}$. Ist $\Phi$ die kinetische Energie der rotierenden Massen, so ist die kinetische Leistung

$$\frac{d\Phi}{dt} = \vartheta\left(\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2}\right), \tag{2}$$

worin $\vartheta$ dem Trägheitsmoment der rotierenden Massen proportional ist.

Die beiden elektrischen Leistungen hängen dagegen von dem Winkel zwischen $E_k$ und $ON$ ab. Die Voreilungsleistung $L$ ist

$$L = r\alpha, \tag{3}$$

die Schlüpfungsleistung

$$D = q\frac{d\alpha}{dt}. \tag{4}$$

Mithin erhält man

$$\vartheta\left(\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2}\right) + q\frac{d\alpha}{dt} + r\alpha = L_m. \tag{5}$$

Setzt man aber

$$\alpha = \alpha_0 + x, \tag{6}$$

worin $\alpha_0$ die der mittleren Leistung $L_0$ entsprechende Voreilung des $E_k$-Vektors vor dem Netzvektor $N$ und $x$ die augenblickliche Abweichung von dieser Lage bezeichnet, so erhält man

$$\vartheta\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2}\right) + q\frac{dx}{dt} + rx = L_m - r\alpha_0. \tag{7}$$

Der Ausdruck $r\alpha_0$ ist aber die mittlere elektrische Leistung $L_0$ der Maschine. Setzt man weiter

$$L_m - r\alpha_0 = f(t), \tag{8}$$

worin $f(t)$ den Überschuß der momentan zugeführten Leistung über die mittlere abgegebene bezeichnet und nach unseren Voraussetzungen eine periodische Funktion der Zeit ist, so geht Gl. (7) in

$$\vartheta\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2}\right) + q\frac{dx}{dt} + rx = f(t) \tag{9}$$

über. Die Koeffizienten $\vartheta$, $q$ und $r$ können wir als konstant ansehen. $\vartheta$ ist dem Trägheitsmoment der rotierenden Massen proportional, $q$ ist die Dämpfungskonstante, $r$ die Direktions-

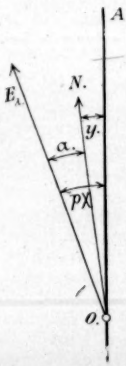



Fig. 3.

1) Huldschiner, Über das Pendeln parallel geschalteter Drehstromgeneratoren. S. 255.

konstante. Die Funktion $f(t)$ kann gleich dem Überschuß des momentanen Drehmomentes über das mittlere, multipliziert mit der mittleren Winkelgeschwindigkeit gesetzt werden. Sie ist daher durch das Tangentialdruckdiagramm der Antriebsmaschinen gegeben und kann durch eine trigonometrische Reihe dargestellt werden.

Ein unendlich starkes Netz ist dadurch gekennzeichnet, daß der Netzvektor nicht schwingt; demnach verschwindet $y$ für jedes $t$ und Gleichung (9) geht in die der Theorie bisher gewöhnlich zugrunde gelegte Gleichung

$$\vartheta \frac{d^2x}{dt^2} + q\frac{dx}{dt} + rx = f(t) \qquad (10)$$

über.

Der allgemeine Fall des Parallelbetriebes aber wird durch ein System von $n$ Gleichungen

$$\left.\begin{aligned}
\vartheta_1\left(\frac{d^2x_1}{dt^2}+\frac{d^2y}{dt^2}\right)+q_1\frac{dx_1}{dt}+r_1x_1 &= f_1(t)\\
\vartheta_2\left(\frac{d^2x_2}{dt^2}+\frac{d^2y}{dt^2}\right)+q_2\frac{dx_2}{dt}+r_2x_2 &= f_2(t)\\
\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad

Umlaufzahlen sie auch gebaut seien, den Bedingungen

$$\vartheta_1 : \vartheta_2 : \cdots : \vartheta_n = q_1 : q_2 : \cdots : q_n = r_1 : r_2 : \cdots : r_n \quad (12)$$

genügen. Solche Maschinen wollen wir einander ähnlich gebaut nennen. Die Antriebsmaschinen dagegen mögen noch von beliebiger untereinander verschiedener Konstruktion sein. Die Bedingungsgleichungen (12) sind mit den folgenden gleichwertig

$$q_m = \varkappa \vartheta_m, \quad r_m = \varrho \vartheta_m. \quad (13)$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen geht das System (A) über in

$$\left.\begin{aligned} \vartheta_1\left[\frac{d^2x_1}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_1}{dt} + \varrho x_1\right] &= f_1(t)\\ \vartheta_2\left[\frac{d^2x_2}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_2}{dt} + \varrho x_2\right] &= f_2(t)\\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots &\\ \vartheta_n\left[\frac{d^2x_n}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_n}{dt} + \varrho x_n\right] &= f_n(t). \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

und Gleichung (B) wird zu

$$\varkappa\frac{d}{dt}\Sigma(\vartheta x) + \varrho\Sigma(\vartheta x) = 0. \quad (15)$$

Das Integral dieser Gleichung ist

$$\Sigma(\vartheta x) = Ce^{-\frac{\varrho}{\varkappa}t}, \quad (16)$$

worin $C$ eine Konstante und $e$ die Basis der natürlichen Logarithmen ist. Diese Gleichung kann aber nur bestehen, wenn die Größen $x$ keine Schwingungen darstellen. Andernfalls muß die Konstante $C$ verschwinden, d. h. es muß

$$\Sigma(\vartheta x) = 0 \quad (17)$$

sein, woraus zugleich folgt, daß auch

$$\frac{d}{dt}\Sigma(\vartheta x) = 0 \quad \text{und} \quad \frac{d^2}{dt^2}\Sigma(\vartheta x) = 0 \quad (18)$$

sein muß. Dann aber ergibt die Addition der Gleichungen (14)

$$(\Sigma\vartheta)\frac{d^2y}{dt^2} = \Sigma f(t). \quad (C_1)$$

Diese Gleichung enthält die Variabeln $x$ nicht mehr. Die Schwingungen des Netzvektors können also direkt aus den Funktionen $f(t)$ berechnet werden.

Ferner können die Gleichungen (14) nunmehr in der Form

$$\left.\begin{aligned} \vartheta_1\left[\frac{d^2x_1}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_1}{dt} + \varrho x_1\right] &= f_1(t) - \frac{\vartheta_1}{\Sigma\vartheta}\Sigma f(t)\\ \vartheta_2\left[\frac{d^2x_2}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_2}{dt} + \varrho x_2\right] &= f_2(t) - \frac{\vartheta_2}{\Sigma\vartheta}\Sigma f(t)\\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots &\\ \vartheta_n\left[\frac{d^2x_n}{dt^2} + \varkappa\frac{dx_n}{dt} + \varrho x_n\right] &= f_n(t) - \frac{\vartheta_n}{\Sigma\vartheta}\Sigma f(t) \end{aligned}\right\} \quad (A_1)$$

geschrieben werden. Diese Gleichungen sind voneinander unabhängig und können daher einzeln integriert werden. Die Maschinen haben alle dieselbe Schwingungszahl der ungedämpften Eigenschwingung, nämlich

$$z_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\varrho}. \quad (19)$$

Vergleicht man die Gleichungen ($A_1$) mit der Gleichung (10), die das Verhalten einer Maschine gegen ein unendlich starkes Netz darstellt, so unterscheiden sie sich von ihr nur durch die Ausdrücke auf der rechten Seite. Bei einer Maschine gegen ein unendlich starkes Netz steht rechts nur die Funktion $f(t)$ der betreffenden Antriebsmaschine; in dem hier betrachteten Falle enthält die rechte Seite jeder Gleichung die Funktionen $f(t)$ aller Antriebsmaschinen. Die erzwungenen Schwingungen einer beliebigen Maschine hängen also nicht bloß von dem Tangentialdruckdiagramm ihrer eigenen Antriebsmaschine, sondern auch von denen aller anderen ab. Findet Resonanz zwischen der Grund- oder einen Oberschwingung irgendeiner Antriebsmaschine und der gemeinsamen Eigenschwingungszahl $z_0$ statt, so ist der Betrieb aller Maschinen gefährdet. Andererseits ist nur eine einzige Schwingungszahl für den Betrieb gefährlich. Der Gefahrzustand ist also bei ähnlich gebauten Maschinen von vornherein leichter zu vermeiden als bei verschieden gebauten Maschinen.

Am günstigsten ist es, wenn alle Maschinen, und zwar Dynamomaschinen und Antriebsmaschinen, einander gleich sind. Dann ist

$$\left.\begin{aligned} \vartheta_1 = \vartheta_2 = \cdots = \vartheta_n &= \vartheta\\ q_1 = q_2 = \cdots = q_n &= q\\ r_1 = r_2 = \cdots = r_n &= r \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

und

$$\Sigma\vartheta = n\vartheta \quad (21$$

und die Funktionen $f(t)$ unterscheiden sich bei gleicher Belastung der Antriebsmaschinen nur durch die Phasenverschiebungen, die von den Kurbelstellungen abhängen. Das Gleichungssystem ($A_1$) geht damit über in

$$\left.\begin{aligned} \vartheta\frac{d^2x_1}{dt^2} + q\frac{dx_1}{dt} + rx_1 &= f_1(t) - \frac{\Sigma f(t)}{n}\\ \vartheta\frac{d^2x_2}{dt^2} + q\frac{dx_2}{dt} + rx_2 &= f_2(t) - \frac{\Sigma f(t)}{n}\\ \cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots &\\ \vartheta\frac{d^2x_n}{dt^2} + q\frac{dx_n}{dt} + rx_n &= f_n(t) - \frac{\Sigma f(t)}{n} \end{aligned}\right\} \quad (A_2)$$

und Gleichung ($C_1$) in

$$\vartheta\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{\Sigma f(t)}{n}. \quad (C_2)$$

Bei Kurbelsynchronismus und gleicher Belastung sind jetzt auch alle $f(t)$ einander gleich, also

$$\Sigma f(t) = n f(t). \qquad (22)$$

Die Gleichungen lauten daher übereinstimmend

$$\left.\begin{aligned} \vartheta \frac{d^2x_1}{dt^2} + q\frac{dx_1}{dt} + r x_1 &= 0 \\ \vartheta \frac{d^2x_2}{dt^2} + q\frac{dx_2}{dt} + r x_2 &= 0 \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \\ \vartheta \frac{d^2x_n}{dt^2} = q\frac{dx_n}{dt} + r x_n &= 0. \end{aligned}\right| \qquad (A_3)$$

Die Maschinen können daher keine erzwungenen Schwingungen gegenüber dem Netz ausführen, wohl aber noch freie Schwingungen. Andererseits erhält man für den Netzvektor

$$\vartheta \frac{d^2y}{dt^2} = f(t). \qquad (C_3)$$

Der Netzvektor schwingt also. Sind an das Netz Umformer oder Synchronmotoren angeschlossen, deren Einfluß wir bei Aufstellung der Gleichungen ($A_3$) vernachlässigt haben, so erhält deren Gleichung bei konstantem Belastungsmoment die Form

$$\vartheta \frac{d^2x}{dt^2} + q\frac{dx}{dt} + r x = -f(t). \qquad (23)$$

Der Kurbelsynchronismus ist also gerade für Synchronmotoren und Umformer gefährlich und ist nur da zu empfehlen, wo solche Motoren nicht angeschlossen sind. Er findet auch wenig Liebe bei den Betriebsleitern, weil das Parallelschalten selbst schwieriger auszuführen ist und viel Zeit erfordert, wenn zugleich Kurbelsynchronismus hergestellt werden soll.

Wir wollen endlich alle Kurbeln gleicher Art gleichmäßig gegeneinander verstellen, so daß die Grundschwingungen der gleichen Funktionen $f(t)$ gleichmäßig gegeneinander in der Phase verschoben sind. Zu beachten ist, daß bei Viertaktmaschinen gleiche Kurbelstellung $0^0$ oder $180^0$ Phasenverschiebung der Funktionen $f(t)$ bedeutet. In dem Ausdruck $\Sigma f(t)$ verschwinden dann alle Glieder, deren Ordnungszahl nicht durch die Anzahl der Maschinen $n$ teilbar ist, dagegen wird die Größe der Glieder, deren Ordnungszahl durch $n$ teilbar ist, $n$-mal so groß. In dem Ausdruck $\frac{1}{n}\Sigma f(t)$ behalten sie also dieselbe Größe wie in $f(t)$. In dem Ausdruck $f(t) - \frac{1}{n}\Sigma f(t)$ bleiben daher alle Glieder, deren Ordnungszahl nicht durch $n$ teilbar ist, in derselben Größe wie in $f(t)$ bestehen, dagegen verschwinden alle Glieder, deren Ordnungszahl durch $n$ teilbar ist. Für den Parallelbetrieb sind aber nur die niedrigen Ordnungszahlen von Bedeutung, und zwar bei Dampfmaschinen im allgemeinen nur die Grund- und die erste Oberschwingung, bei Gasmotoren außerdem noch die zweite Oberschwingung. Nehmen wir also bei Dampfmaschinen mindestens drei, bei Gasmotoren mindestens vier gleiche Maschinen an und schalten sie so parallel, daß die Kurbeln der Maschinen gleichmäßig gegeneinander verstellt sind, so können wir bei gleicher Belastung der Maschinen angenähert

$$\Sigma f(t) = 0 \text{ und } f(t) - \frac{\Sigma f(t)}{n} = f(t) \qquad (24)$$

setzen, und die Gleichungen ($A_2$) gehen über in

$$\left.\begin{aligned} \vartheta \frac{d^2x_1}{dt^2} + q\frac{dx_1}{dt} + r x_1 &= f(t) \\ \vartheta \frac{d^2x_2}{dt^2} + q\frac{dx_2}{dt} + r x_2 &= f(t) \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \\ \vartheta \frac{d^2x_n}{dt^2} + q\frac{dx_n}{dt} + r x_n &= f(t). \end{aligned}\right| \qquad (A_4)$$

Alle diese Gleichungen sind völlig untereinander gleich. Für den Netzvektor erhält man aus ($C_2$)

$$\frac{d^2y}{dt^2} = 0, \qquad (C_4)$$

d. h. der Netzvektor steht still. Die Maschinen verhalten sich jetzt also genau wie eine einzige Maschine gegen ein unendlich starkes Netz. Für Synchronmotoren und synchrone Umformer ist dieser Fall der günstigste.

Die beiden Fälle des Kurbelsynchronismus und der gleichmäßigen Kurbelverstellung bilden die Grenzfälle, zwischen denen der Betrieb liegt. Ist nur eine Maschine im Gang, so haben wir den Fall des Kurbelsynchronismus; je mehr Maschinen mit beliebigen Kurbelstellungen in Betrieb genommen werden, um so mehr kann man erwarten, daß man sich dem anderen Grenzfall nähert.

Man erkennt aus diesen Betrachtungen, daß man am besten tut, lauter gleiche Maschinen, und zwar sowohl Dynamo- wie Antriebsmaschinen, in einer Anlage zu verwenden; zum mindesten aber ähnlich gebaute Dynamomaschinen. Die Eigenschwingungszahl ist dann für alle Maschinen dieselbe und die gefährliche Resonanz kann leichter vermieden werden. Bei gleich gebauten Maschinen ist ferner, wenn Synchronmotoren oder synchrone Umformer angeschlossen sind, der Kurbelsynchronismus, der überdies schwierig herzustellen ist, zu vermeiden.

(Eingegangen 18. Februar 1908.)

# BESPRECHUNGEN.

**F. L. Kohlrausch, Einführung in die Differential- und Integralrechnung nebst Differentialgleichungen.** 8. VII und 191 S. mit 100 Textfiguren u. 200 Aufgaben. Berlin, Jul. Springer. 1907. M. 6,—, gebunden M. 6,80.

Die vorliegende Einführung in die höhere Mathematik ist ursprünglich für die Teilnehmer an den Ausbildungskursen für Telegraphenbeamte bestimmt, doch ist dieselbe in jeder Hinsicht so sachgemäß und geschickt abgefaßt, daß sie auch gewiß in anderen Kreisen als elementarer Leitfaden mit vollem Recht Liebhaber finden wird. E. Bose.

**Reinhart Blochmann, Luft, Wasser, Licht und Wärme.** (Aus Natur und Geisteswelt, 5. Bändchen.) kl. 8. VI u. 149 S. mit zahlreichen Abbildungen. Dritte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner. 1907. M. 1,—, geb. M. 1,25.

Acht Vorträge, die der Verfasser in den Jahren 1895 und 1897 im „Verein für fortbildende Vorträge zu Königsberg i. Pr." gehalten hat, vermehrt um einen weiteren Vortrag über flüssige Luft, bilden den Inhalt dieses Bändchens. Das Buch ist aber so gründlich durchgesehen und überarbeitet worden, daß die Neuauflage eine durchaus den modernen Anschauungen gemäße Darstellung der geschilderten Erscheinungen bietet. Das Buch ist, wie aus seiner Entstehungsgeschichte hervorgeht, für Laien geschrieben. Es soll dem gebildeten Laien das Verständnis der für das praktische Leben und für die moderne Technik des Alltages wichtigsten physikalischen und chemischen Vorgänge vermitteln. Anschauliche Darstellung, unterstützt durch 115 zum Teil ganz vortreffliche Abbildungen hilft dem Verfasser sein Ziel erreichen. Das Bändchen ist ein Musterwerk populär-naturwissenschaftlicher Literatur. Max Iklé.

**Handbuch der Physik.** Herausgegeben von A. Winkelmann. Zweite Auflage. Erster Band. Erste Hälfte. Allgemeine Physik. Lex.-8. IV u. 544 S. Mit 164 Abbildungen. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1906. M. 17,—

Der vorliegende Halbband des Winkelmannschen Sammelwerkes enthält in der trefflichen Behandlung durch F. Auerbach die Artikel: Grundbegriffe; Messung von Raum- und Zeitgrößen; Messung von Massen und Kräften; Dichte; Potentialtheorie; Mechanik; Statik; Kinematik und Dynamik; Fall und Wurf; Pendel; Kreiselbewegung; Allgemeine Gravitation; Elastizität im allgemeinen.

Einer besonderen Empfehlung bedarf meines Erachtens das Buch nicht mehr. Max Iklé.

**A. Föppl, Die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie.** (Vorlesungen über technische Mechanik. Bd. V.) gr. 8. XII u. 391 S. mit 44 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner. 1907. geb. M. 10,—

Die rasche Entwickelung der Maschinentechnik stellt der Mechanik immer neue Probleme, welche bald auch im Hochschulunterrichte Berücksichtigung heischen, wenn die jungen Ingenieure den wissenschaftlichen Anforderungen der Praxis genügen sollen. Prof. Föppl in München, der selbst an dieser Entwickelung regen Anteil nahm, hat sich daher entschlossen, durch Ergänzungsbände zu seinen verbreiteten „Vorlesungen über technische Mechanik" seinen Hörern über den normalen Unterricht hinaus Gelegenheit zum Studium solcher Probleme und der zu ihrer Lösung führenden Methoden zu bieten, und sie auf diese Weise zur selbständigen Weiterarbeit anzuregen.

Der jetzt vorliegende Ergänzungsband V zur „Festigkeitslehre" (Bd. III der Vorlesungen) behandelt „die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie" in sechs fast unabhängig nebeneinander stehenden Abschnitten. Der erste enthält in der Hauptsache eine kurze Wiedergabe der Mohrschen Darstellung der Beanspruchung von Materialien durch Spannungskreise und eine Besprechung der verschiedenen Hypothesen über die Bedingungen des Bruches, von denen derjenigen von Mohr selbst unter gewissen Vorbehalten die größte Wahrscheinlichkeit zugesprochen wird. Dieselbe besagt, was vielleicht vom Verf. etwas schärfer hätte herausgehoben werden können, daß für den Bruch weder die Formänderung, noch auch nur eine der Spannungskomponenten (z. B. die größte Zugspannung beim Zerreißversuch) allein maßgebend ist, sondern daß hierbei Normal- und Schubspannungen zusammenwirken, welche sich gegenseitig durch eine die sog. Grenzkreise umhüllende Grenzkurve bedingen. Diese hypothetische Grenzkurve umschließt somit ein Bereich von Spannungszuständen, innerhalb dessen der Zusammenhang des Materials gewahrt bleibt.

Wichtiger als diese für eine praktische Anwendung z. Z. wohl noch nicht reife Hypothese erscheint dem Referenten der Inhalt des

zweiten Abschnittes, „die Elastizitätstheorie der Scheiben und Platten". Hierbei handelt es sich im wesentlichen um zweidimensionale Probleme, welche mit Hilfe der Airyschen Spannungsfunktion sehr übersichtlich durchgeführt werden. Von den näher untersuchten ebenen Problemen ist mir der Fall eines gleichförmig belasteten Stabes auf zwei Stützen (§ 10) dadurch aufgefallen, daß der Verf. ihn zur Prüfung des sog. Geradliniengesetzes für die Normalspannungen im Querschnitt benutzt, wobei die Abweichungen hiervon genau mit den „Abweichungen der Grenzbedingungen an den Stabenden von den dort tatsächlich bestehenden Verhältnissen" übereinstimmen. Hieran wird auch nichts geändert durch Ausschaltung der Endquerschnitte bzw. durch Überlagerung eines anderen Spannungszustandes, so daß mir dieser Spezialfall zur Prüfung des Geradliniengesetzes nicht ganz geeignet erscheint. Dazu kommt, daß die ebenen Probleme von Deformationen normal hierzu naturgemäß absehen müssen, während doch solche durch die sog. Querkontraktion bzw. Querdilatation unvermeidlich sind.

Diese Schwierigkeit besteht nicht mehr für symmetrisch um ihre Achse beanspruchte Rotationskörper, denen ein großer Teil des zweiten Abschnittes gewidmet ist. Dabei gibt der Verf. eine kurze, aber sehr brauchbare Anleitung zur Benutzung der Besselschen Zylinderfunktionen unter Einführung zweier neuer Operationszeichen. Für den viel umstrittenen Fall der rotierenden Scheiben werden die Untersuchungen von Stodola und Grübler herangezogen, während die Platte auf nachgiebiger Unterlage nach Hertz besprochen wird. Die hieran sich methodisch zwanglos anschließenden Wärmespannungen in Rotationskörpern, deren Untersuchung der Verfasser zuerst auch auf die Endflächen ausgedehnt hat, werden erst im vierten Abschnitte behandelt, während der dritte einigen Torsionsproblemen gewidmet ist.

Der fünfte Abschnitt bringt vor allem eine neue Ableitung der Sätze von Maxwell und Castigliano über die Formänderungsarbeit auf Grund des Prinzips der virtuellen Verschiebungen und eines allgemeinen Ausdrucks für das Hookesche Gesetz. Zu dieser entschieden befriedigenderen Darstellung ist der Verf. wohl durch die scharfen Angriffe veranlaßt worden, welche Weingarten vor einigen Jahren gegen die Behandlung des Gegenstandes im dritten Bande gerichtet hat. Hieran knüpfen sich einige interessante Sätze über Eigenspannungen unbelasteter Körper, die im § 47 auf den Fall der Kugel angewendet werden.

Der sechste Abschnitt enthält dann noch die schon aus den früheren Auflagen des dritten Bandes bekannte Theorie der Härte nach Hertz mit Anwendungen auf Walzen und schließlich einige Spezialprobleme, z. B. die Spannungsverteilung in einem durchlochten Stabe nach Kirsch sowie eine kurze Theorie des Erddrucks.

Ich habe aus dem reichen Inhalte dieses Bandes mit Rücksicht auf den Raum nur einiges hervorheben können, hoffe aber, daß dies zur Kennzeichnung des Planes genügt, der dem Verfasser bei der originellen Auswahl des Stoffes vorgeschwebt hat. Ich selbst habe das Buch mit großem Genusse durchgelesen, mannigfache Belehrung daraus geschöpft und zweifele darum nicht, daß dies auch für andere Leser, vor allem reifere Studierende der Technik, zutreffen wird. Auch jungen Mathematikern und Physikern kann das Werk nachdrücklich empfohlen werden; sie finden darin eine nützliche Anleitung zur Durchführung moderner Probleme und haben außerdem Gelegenheit, sich mit den Gedankenreihen der wissenschaftlichen Technik vertraut zu machen.

H. Lorenz.

---

**H. Lamb, Lehrbuch der Hydrodynamik.** Deutsche autorisierte Ausgabe (nach der 3. englischen Auflage) besorgt von J. Friedel. (B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften. Band XXVI.) gr. 8. XIV u. 787 S. mit 79 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner. 1907. Geb. M. 20,—

Die deutsche Literatur über Hydrodynamik ist nicht reich, trotz des innigen Zusammenhanges dieses Zweiges der Mechanik mit der bei uns mit großer Vorliebe gepflegten Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Es war darum schon ein dankenswertes Unternehmen, daß die erste Auflage des vorliegenden Buches im Jahre 1884 von Reiff in deutscher Bearbeitung mit einigen Zusätzen herausgegeben wurde. Diese enthielt im wesentlichen eine kurze, aber äußerst lichtvolle Darlegung der Grundzüge der Theorie, welche auch in den beiden folgenden Auflagen des Originals ziemlich unverändert geblieben ist, so daß die erste Ausgabe bezw. ihre deutsche Bearbeitung schon wegen ihres geringen Umfangs noch heute eine vorzügliche Einführung in die Hydrodynamik darstellt. Dagegen wurde in den neuen Auflagen die Zahl der Anwendungen auf Spezialprobleme, deren Durchführung vorwiegend den Engländern unter der Führung des Verfassers zu verdanken ist, derart vermehrt, daß das Werk jetzt zu einem umfassenden und für jeden, der sich mit der Hydrodynamik beschäftigt, unentbehrlichen Handbuche angewachsen ist. Dieser Umstand er-

klärt auch das Erscheinen einer völlig neuen deutschen Übersetzung nach der dritten Auflage des Originals von 1906, von dem sie sich inhaltlich nur durch eine Umarbeitung des § 253 über Schiffswellen sowie durch Hinzufügung eines § 301a über das Sommerfeldsche Beugungsproblem unterscheidet. Der Löwenanteil an der Vergrößerung des Umfangs entfällt überhaupt auf die sehr ausführliche, auch die neuesten Untersuchungen enthaltende Theorie der Wellen, welche in den Kapiteln VIII, IX und X allein 240 Seiten umfaßt und im X. Kapitel (Expansionswellen) sich vielfach mit Rayleighs Theorie des Schalls berührt. Auch die Zähigkeit hat im XI. Kapitel eine ausführliche Darstellung gefunden, deren Abschluß eine Skizze der bisherigen Untersuchungen über Turbulenz bildet. Neu ist gegenüber der ersten Auflage das Schlußkapitel über „Rotation flüssiger Massen" mit einer kurzen Wiedergabe des Gedankenganges der allgemeinen Untersuchung Poincarés und seiner Ergebnisse.

Trotz des erheblichen Umfangs des Werkes ist es dem Verf. naturgemäß nicht möglich gewesen, auf alle neueren Einzeluntersuchungen und Probleme ausführlich einzugehen. Er mußte sich daher oft mit Hinweisen begnügen, welche in zahlreichen Fußnoten verstreut ein ziemlich treues Bild der modernen hydrodynamischen Forschung mit dem Übergewichte der englischen Schule auf diesem Gebiete widerspiegeln. Diese gewissenhaften und durchaus objektiv auch auf alle nichtenglischen Arbeiten von Bedeutung sich erstreckenden Literaturnachweise erhöhen den Wert des Lambschen Handbuches ganz ungemein für jeden selbständigen Forscher, während die Grundzüge der wichtigsten Theorien zu Beginn jedes einzelnen Kapitels dem Studierenden, der sich noch nicht in Spezialuntersuchungen vertiefen kann und soll, deutlich genug entgegentreten.

Einer Empfehlung bedarf dieses ausgezeichnete Buch gewiß nicht; die neue deutsche recht flotte Bearbeitung aber ist um so freudiger zu begrüßen, als sie von dem bekannten Verlage gut ausgestattet ist und zu einem mäßigen Preise angeboten wird. H. Lorenz.

---

**Augusto Righi, La Moderna Teoria dei Fenomeni Fisici. (Radioattività, Ioni, Elettroni.)** (Attualità Scientifiche No. 3). Terza Edizione, considerevolmente ampliata. Lex.-8. XI u. 290 S. Bologna, Nicola Zanichelli. 1907. Lire 5,—

Das Righische Buch über die modernen Theorien der physikalischen Erscheinungen, welches zum ersten Male im Jahre 1904 erschienen ist, erfreut sich steigender Beliebtheit, wozu nicht wenig die Übersetzungen in andere Sprachen, darunter die vorzügliche deutsche Übersetzung (nach der zweiten Auflage des Originals von B. Dessau besorgt, und bei Johann Ambrosius Barth erschienen), beigetragen haben. In der nunmehr erforderlich gewordenen dritten italienischen Auflage haben alle wichtigeren Arbeiten auf diesem Gebiete, die bis Ende 1906 erschienen sind, gebührende Berücksichtigung gefunden. Vermutlich dürfte dieser dritten Auflage die vierte ebenso schnell folgen, wie die dritte den früheren gefolgt ist.

Max Iklé.

---

*Γεώργιος Ἀθανασιάδης, Ἀσκήσεις ἐκ τῆς φυσικῆς. Μετὰ πολλῶν σχημάτων. Ἐν Ἀθήναις, 1905, Ἐκδότης Ἰωάννης Δ. Κόλλαρος.* — Lex.-8. 335 S. — Preis 10 Drachmen.

Wenn etwa jemand daran gezweifelt haben sollte, daß hinter dem Berge, und zwar hinter dem Balkan, auch Leute wohnen, die Physik betreiben, und zwar sehr ernstlich betreiben, so wird ihn das vorliegende Buch, sofern er sich ein wenig darin vertiefen will, eines Besseren belehren. Ein solches Buch schreibt man nur, wenn ein Bedürfnis dafür vorhanden ist, und eben das Vorhandensein dieses Bedürfnisses ist eine hocherfreuliche Tatsache. Hocherfreulich an sich ist aber auch das Buch selbst, das als erste Hälfte eines Lehrbuchs der praktischen Physik gedacht ist, dessen zweite Hälfte den Übungen auf elektrischem und magnetischem Gebiete vorbehalten ist. Die Auswahl der Übungen ist durchaus zu billigen. Es finden auch weniger verbreitete Apparate und Methoden Berücksichtigung, wie z. B. das leider kaum bekannte, durch seine Einfachheit verblüffende Planimeter von K. Prytz. (Dessen Erfindungsjahr wird übrigens als 1903 angegeben, während der hübsche Apparat meines Wissens schon aus dem Jahre 1895 stammt, allerdings 1903 eine eingehende theoretische Behandlung erfahren hat.) Die zahlreichen Figuren sind ganz vorzüglich und stellen, wie überhaupt die ganze Ausstattung, dem neugriechischen Buchhandwerk ein glänzendes Zeugnis aus. Max Iklé.

---

**J. Bosscha, Leerboek der Natuurkunde en van hare voornaamste toepassingen.** 6. Auflage, 4. Band, 2. Teil, bearbeitet von S. Sissingh. gr. 8. XX u. 768 S. mit 312 Figuren u. 1 Tafel. Leiden, A. W. Sijthoff.

Von dem holländischen „Lehrbuch der Physik und ihrer wichtigsten Anwendungen" von J. Bosscha liegt bereits der zweite Teil des vierten Bandes in sechster Auflage vor,

bearbeitet von R. Sissingh. Eine Anzahl von Fragen der modernen Forschung werden hier wohl zum ersten Male im Rahmen eines Lehrbuches behandelt. Dabei wird doch stets der Grundsatz befolgt, von jeder angeschnittenen Frage ein abgerundetes Bild zu geben, und sie nicht bloß unter Hinweisung auf die Originalliteratur zu streifen. Das Werk, für dessen Ansehen und Verbreitung im Nachbarlande die Auflagenzahl hinlänglich spricht, dürfte freilich für den deutschen Leserkreis vorderhand weniger in Betracht kommen. Conrat.

**H. Kyser, Die elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel.** (Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. 9. Heft.) 8. VIII u. 153 S. mit 73 Abbildungen und 10 Tafeln. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1907. M. 5,50, gebunden M. 6,—

Mit besonderer Rücksichtnahme auf die Projektierung neuer Anlagen sind die elektrischen Apparate, Schaltungen und Berechnungen, die bei Bahnanlagen Verwendung finden, unter Beigabe reichen Erfahrungsmaterials zusammenfassend besprochen. Den neueren Bestrebungen, den Wechselstrom gegenüber dem Gleichstrom als ebenbürtig für den Bahnbetrieb, wenn nicht bevorzugt, zu betrachten, ist gebührende Aufmerksamkeit geschenkt.

R. Rüdenberg.

## Tagesereignisse.

**Benekesche Preisstiftung.** Die philosophische Fakultät der Universität Göttingen schreibt zwei Preise von M. 3400.— und M. 680.— für folgende Preisaufgabe aus:

„Die Schwingungszahlen, die in den Emissionsspektren der Elemente beobachtet werden, zeigen in vielen Fällen gesetzmäßige Verteilung. Sie bilden sogenannte Serien. Es sollen alle darüber vorhandenen Beobachtungen gesammelt und bearbeitet, und die Theorien, die über die Serien aufgestellt worden sind, kritisch erläutert werden. Erwünscht sind zugleich eigene Versuche, um die vorhandenen Beobachtungen zu ergänzen. So ist z. B. zu vermuten, daß in dem Spektrum von Barium dreifache Serien vorkommen, die den dreifachen Serien in den Spektren der verwandten Elemente analog sind."

Bewerbungsschriften sind in einer der modernen Sprachen abzufassen und bis zum 31. August 1910 an die Fakultät einzusenden.

Die Direktion des physikalischen Instituts der Universität Berlin hat den Beschluß gefaßt, dem Deutschen Museum in Nürnberg die 250 Jahre alten Originalapparate von Otto v. Guericke zu überlassen. Die Originalapparate werden demnächst im Saale „Mechanik" Aufstellung finden.

## Personalien.

**(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)**

**Habilitiert:** An der Technischen Hochschule Berlin Dr. William Gürtler für physikalische Chemie, an der Technischen Hochschule Karlsruhe der bisherige Direktor des Konservatoriums für elektrochemische Industrie Dr. P. Askenasy für technische Elektrochemie.

**Verliehen:** Dem Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe Dr. Paul Stäckel der Titel eines Geheimen Hofrates, den Privatdozenten für Chemie an der Universität Berlin Dr. Leopold Spiegel und Dr. Richard Joseph Meyer sowie dem Privatdozenten für Mathematik an der Universität Straßburg Dr. Paul Epstein der Titel a. o. Professor.

**Ernannt:** Baron Dr. G. A. Blanc zum Privatdozenten für Experimentalphysik an der Universität Rom, der Privatdozent der Mathematik an der Technischen Hochschule Berlin Dr. Rud. Rothe zum ord. Professor der Mathematik und Mechanik an der Bergakademie zu Clausthal, der Privatdozent an der böhmischen technischen Hochschule Prag Dr. Mathias Norbert Vanecek zum ord. Professor der Mathematik daselbst, der Observator Professor Dr. Georg Lüdeling zum Abteilungsvorsteher, der wissenschaftliche Hilfsarbeiter Dr. Wilhelm Marten zum Observator beim Meteorologischen Institut in Berlin, der a. o. Professor an der Universität Berlin Dr. Max Bodenstein zum ord. etatsmäßigen Professor für Elektrochemie an der Technischen Hochschule Hannover, der a. o. Professor für technische Mechanik an der Technischen Hochschule zu Braunschweig Dr. Wilhelm Schlink zum ord. Professor daselbst.

**Gestorben:** Die ord. Professoren der Mathematik an der Universität Leipzig Dr. Wilhelm Scheibner und Dr. Adolf Mayer.

## Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1908.

### Technische Hochschule Aachen.

**Wüllner:** Experimentalphysik II: Licht und Wärme, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise: Elektrische Schwingungen, elektromagnetische Lichttheorie, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Seitz, Bernoulli und Nordmeyer), tägl. — **Seitz:** Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Wärme, Schall, Licht, 2. — **Polis:** Klimatologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie II, 1; Meteorologische Technik, mit Übungen, 1. — **Grotrian:** Allgemeine Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 8. — **Rasch:** Elektrische Bahnen, 3; Einleitung in die Elektrotechnik, 2; Konstruktionslehre der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi:** Elektromotorische Antriebe in Berg- und Hüttenwerken, 2. — **Junkers:** Wärmetechnik, 2, Übungen, 2; Maschinenlaboratorium I, Übungen, 4, II, 1, Übungen, 4. — **Köchy:** Grundzüge des Lokomotivbaus, 1; Lokomotivbau, Übungen, 2; Eisenbahnbetriebs- und Sicherungsanlagen, 2, Übungen, 2; Eisenbahnwagenbau, 2; Allgemeine Transportanlagen, 4, Übungen, 4. — **Langer:** Maschinenelemente, einschließlich Kinematik, 1, Übungen, 5; Rotierende Kraft- und Arbeitsmaschinen, 3, Übungen, 4; Verbrennungsmaschinen, 3, Übungen, 4. — **Rötscher:** Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Mechanische Technologie, 3; Lasthebemaschinen, 3, Übungen, 4. — **Wallichs:** Arbeitsmaschinen, 4, Übungen, 6; Werkzeugmaschinenbau und Maschinenfabrikation, 3, Übungen, 4. — **Lutz:** Abriß des Maschinenbaus, 4, Übungen, 4. —

**Bredt:** Organische Experimentalchemie I, 6; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen:** Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Scheen, Hensen und Weise); Elektrochemisches Praktikum (mit Fischer). — **Rau:** Chemische Technologie II und IV, 4; Entwerfen von chemischen Apparaten und Fabrikanlagen, Übungen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Strutz und Salm). — **Schenck:** Physikalische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1. — **Bornemann:** Allgemeine Hüttenkunde, 2; Chemische Vorgänge bei hohen Temperaturen, 1. — **v. Kapff:** Chemische Technologie der Gespinstfasern: Bleicherei, Färberei usw., 2. —

**Blumenthal:** Höhere Mathematik III, 3; Elemente der Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1. — **Furtwängler:** Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Kötter:** Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Zeichnen, 2. — **Reißner:** Mechanik I, 4, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1. — **Haußmann:** Markscheiden und Feldmessen, 3, Übungen, 1 Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechen-Übungen, 2; Ausgleichungs-

rechnung, 1, Übungen, 2. — **Schumann**: Praktische Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Geographische Ortsbestimmung, 2; Eisenbahntrassieren, 2. —

## Universität Basel.

**E. Hagenbach-Bischoff**: Die magnetischen und die elektrischen Einheiten, 1 *g*. — **VonderMühll**: Einleitung in die mathematische Physik 5 (1 *g*), Übungen, 2 *g*; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **A. Hagenbach**: Experimentalphysik I, 6; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Veillon), 8, für Fortgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14-tägig, 2 *g*. — **Veillon**: Repetitorium der Experimentalphysik, 1. — **Häberlin**: Probleme der modernen Naturphilosophie, 2. —

**Nietzki**: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Chemie der aromatischen Reihe, 3; Chemisches Kränzchen (mit Rupe und Fichter), 1 *g*. — **Rupe**: Methoden der organischen Synthese, 3. — **Fichter**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. — **Müller**: Physikalisch-chemische Grundlagen der Konstitutionsbestimmung, 1½. —

**Kinkelin**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf Geometrie, 3. — **Riggenbach**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Astronomische Übungen, 2. — **Fueter**: Bestimmte Integrale, 2, Übungen, 1 *g*; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4; Einführung in die Funktionentheorie, 2; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Flatt**: Pädagogisches Seminar, mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung, 2; Zentralprojektion und Linearperspektive, 2. — **Spieß**: Niedere Algebra, 4. —

## Universität Berlin.

**Rubens**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5, Mathematische Ergänzung, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 1½ *g*; Arbeiten im physikalischen Laboratorium für Geübtere (mit Wehnelt), tägl. — **Planck**: Theoretische Optik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Wehnelt**: Physikalisches Praktikum für Anfänger II (mit Blasius), 7, Theoretische Ergänzungen, 1 *g*, für Pharmazeuten, 3. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Drahtlose Telegraphie und Telephonie, 2. — **Warburg**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Physik, 2. — **Blasius**: Physikalischer Kursus für Mediziner, 3½; Übungen im Anschluß an das physikalische Praktikum, 1 *g*. — **Neesen**: Geometrische Optik, 2. — **E. Meyer**: Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik II: Elastizitätslehre und Hydrodynamik, 4. — **Weinstein**: Naturphilosophie I, 1 *g*; Einleitung in die mathematische Physik, Elektrizität und Magnetismus, Theorie des Lichtes, 3. — **Aschkinaß**: Die Radioaktivität, mit Experimenten, 1. — **Martens**: Ausgewählte Kapitel aus der Elektrizitätslehre, 2. — **Börnstein**: Experimentalphysik II, 3; Physikalische Unterrichtsübungen, 4; Physikalische Arbeiten für Geübtere, tägl.; Das Wetter und seine Vorhersagung, 1 *g*. — **Fock**: Einleitung in die Chemie und Physik, 1; Über die Struktur der Kristalle, 1. — **Gehrcke**: Theorie der Wechselströme, 1. — **Grüneisen**: Ausgewählte Teile aus der Hydrodynamik, 1 *g*. — **Valentiner**: Über das Verhalten der wirklichen Gase, 1 *g*. — **Kiebitz**: Elektrische Meßinstrumente, 1. — **Hahn**: Anorganisch-chemische Fragen im Lichte der radioaktiven Forschung, 1. — **Laue**: Elektronentheorie, 2 *g*. — **Ladenburg**: Ausgewählte Kapitel aus der experimentellen Strahlungslehre, 2. — **Henning**: Absolute Temperaturskala und Temperaturmessung, 1 *g*. — **v. Jhering**: Maschinenkunde, mit Übungen, 4. — **Hellmann**: Theoretische Meteorologie, 2; Meteorologisches Praktikum, 2; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Schmidt**: Theorie der Gezeiten, 2; Das Innere der Erde, 1 *g*; Theorie der erdmagnetischen Instrumente, 1 *g*. — **Leß**: Einführung in die Klimatologie, 1; Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g*. — **Scheffer**: Angewandte wissenschaftliche Photographie, mit praktischen Übungen, 1. —

**E. Fischer**: Praktische Arbeiten im chemischen Universitäts-Laboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Stock, Diels und F. Fischer), tägl. — **Nernst**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Physikochemisches Kolloquium (mit Bodenstein), 1 *g*; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl.; Physikochemische Übungen (mit Behn), 7; Physikochemische Arbeiten (mit Bodenstein), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen Chemie, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker, mit Experimenten und Exkursionen, 4; Übungen im Technologischen Institut, tägl.; Anleitung zu chemisch-technischen Untersuchungen, tägl. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie, 4. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie II: Aromatische Reihe, Farbstoffe, Alkaloide etc., 5; Praktische Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, mit Experimenten, 1½; Praktische Übungen im Pharmazeutischen Institut, tägl. — **Biedermann**: Die künstlichen Farbstoffe, 2; Chemie und Technologie der Sprengstoffe, 1 *g*. — **Gabriel**: Organische Experimentalchemie, 5. — **Bodenstein**: Physikalische Chemie und chemische Technik, 2. — **Schotten**: Chemie der Ernährung, 2. — **Marckwald**: Stereochemie, 1. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Praktische Übungen in der Maß- und Gasanalyse, 3. — **Traube**: Quantitative chemische Analyse, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Emmerling**: Chemische und mikroskopische Wasseruntersuchung, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, 1. — **R. J. Meyer**: Chemie der selteneren Elemente, mit Experimenten, 1. — **Buchner**: Überblick der organischen Experimentalchemie, 3; Die Gärungstheorien, mit Experimenten, 1 *g*; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum (mit Meisenheimer), tägl. — **Pschorr**: Chemie der Alkaloide, 1. — **Spiegel**: Praktische chemische Übungen, tägl.; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Arzneimittel, 1 *g*. — **Neuberg**: Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner (mit Salkowski), 6; Chemie des Menschen und der Tiere, 1 *g*. — **Sachs**: Bestimmung der Konstitution organischer Verbindungen, 1. — **Koppel**: Ausgewählte Kapitel aus der Gleichgewichtslehre, 1. — **Diels**: Die wichtigsten Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Stock**: Repetitorium der anorganischen Chemie, spezieller Teil: Besprechung der einzelnen Elemente, 1. — **Meisenheimer**: Anleitung zu chemischen Schulversuchen, 2. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **F. Fischer**: Einführung in die physikalische Chemie, 1; Ergänzungen zum analytischen Praktikum II, 1. — **Byk**: Physikalische Chemie der photographischen Prozesse, 1. — **Großmann**: Kolloquium über chemisch-technische und wirtschaftliche Tagesfragen, 1; Die Grundzüge der chemischen Technik und ihre Bedeutung für das deutsche Wirtschaftsleben, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Löb**: Elektrochemie I: Anorganischer Teil, 1; Physikalische Biochemie I, 1 *g*; Arbeiten für Fortgeschrittenere im physiologisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Ehrlich**: Ausgewählte Kapitel aus der Biochemie der Pflanzen, 1; Technische Gasanalyse und Kalorimetrie mit praktischen Übungen, 2. — **Köthner**: Atomgewichtsbestimmungen, 1. — **Mannich**: Die chemische Prüfung der Arzneimittel, 1; Unsere Nahrungsmittel und ihr Nährwert (Grundzüge der Ernährungschemie), 1. — **Behn**: Anwendung der Mathematik auf physikalische und chemische Fragen, 1 *g*. —

**Schwarz**: Über Kurven doppelter Krümmung und krumme Flächen, 4; Variationsrechnung, 4; Über einige Anwendungen der elliptischen Funktionen, für Vorgeschrittenere, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Frobenius und Schottky), 2 *g*; Mathematisches Kolloquium, 14 tägig, 2 *g*. — **Frobenius**: Theorie der Determinanten, 4. — **Schottky**: Elementare Analysis, 4; Theorie der Abelschen Funktionen, 4. — **Knoblauch**: Anwendungen der elliptischen Funktionen, 4; Integralrechnung, 4; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung, 1 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Analytische Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hettner**: Einführung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 2. — **Landau**: Differentialrechnung, 4; Über die Verteilung

der Primzahlen, 4. — **Schur**: Theorie der algebraischen Gleichungen II, 4; Analytische Geometrie, 4. — **Foerster**: Theorie und Kritik der Raummessung, 2; Geschichte der mittelalterlichen Astronomie, 2 *g*; Kosmische Erkenntnis und psychische Probleme, 1 *g*. — **Helmert**: Kartenprojektionen, 1; Kleinste Quadrate II, 1 *g*. — **Struve**: Theorie der Systeme von Jupiter und Saturn, 3; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, *g*. — **Bauschinger**: Mechanik des Himmels, neuere Theorien, 3; Übungen zur Ausgleichungsrechnung, 1 *g*. — **Scheiner**: Spektralanalytische Theorien, 1; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Marcuse**: Theorie und Anwendung astronomischer Instrumente, mit Exkursionen und Demonstrationen, 2; Einführung in die astronomische Geographie und kosmische Physik, $1^1/_2$. — **Ristenpart**: Über Doppelsterne, 1; Übungen in Messungen an Doppelsternen und Rechnungen ihrer Bahnen, 3 *g*; Gemeinverständliche Himmelskunde, mit Beobachtungen am Fernrohr, $1^1/_2$. — **Bidlingmaier**: Seemannskunde, Einführung in die praktische Navigation, 2. —

## Technische Hochschule Berlin.

**Kurlbaum**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4 und 2. — **F. Dolezalek**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4; Physikalische Chemie, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, Übungen, 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I, 2; Elektromagnetismus und Induktion mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik, 4; Grundzüge der Elektrochemie, 2. — **Krigar-Menzel**: Allgemeine Mechanik II: Gleichgewicht und Bewegung von elastischen festen und flüssigen Körpern, 4; Theoretische Akustik, 2. — **Gleichen**: Einführung in die praktische Optik und Anleitung zur Konstruktion optischer, photographisch-optischer und ophthalmologischer Instrumente, 2. — **Groß**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Wärmetheorie, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 2. — **Felgentraeger**: Maß- und Gewichtswesen II, 2. — **Kaßner**: Die meteorologischen Grundlagen des Hoch- und Städtebaues; Blitzableiter, Windfahnen, Wettersäulen usw., 1. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Funkentelegraphie, 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2; Übungen, 4. — **W. Reichel**: Elektromaschinenbau, 2, Übungen, 8; Übungen im elektrotechnischen Versuchsfeld, 4; Elektrische Kraftanlagen und Bahnen, 2, Übungen, 4. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Einführung in die Elektrotechnik, 4, Übungen, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Beleuchtungstechnik, 2. — **Benischke**: Wechselstromtechnik, 4. — **Breslauer**: Berechnung und Prüfung elektrischer Maschinen, 2; Die in der Praxis gebräuchlichen Diagramme der Wechselstrommaschinen und -Motoren einschließlich der kommutierenden Einphasenmotoren, 1. — **G. Hilpert**: Berechnung von Wechselstrommotoren, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Zentralen und Leitungsnetze, 1. — **v. Koch**: Kollektor-Motoren für Einphasen-Wechselstrom, 2. — **Servus**: Mechanische Wärmetheorie, 2; Die mathematischen Theorien der Elektrotechnik, 2. — **Zehme**: Wechselstrom-Bahnen, 2; Elektrische Lokomotivbahnen für Kanalschiffahrt, 1. — **Frölich**: Einleitung in die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **Franz**: Tiefbau-Elemente für maschinentechnische Anlagen, 2, Übungen, 4; Bau-Anlagen für kommunale Maschinenbetriebe im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Berechnungen und mit technischer Verwaltung, 2, Übungen, 4. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **Josse**: Übungen im Maschinenlaboratorium I, 14 tägig, 5, II, 6, III, 8. — **Kammerer**: Maschinenelemente, Übungen, 8; Hebemaschinen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, Übungen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen und von Maschinen zu Verkehrsanlagen, Übungen, 4. — **Leist**: Technik der Kälteerzeugung, 4; Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Ludewig**: Dampfkessel, 2, Übungen, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen, mit Übungen, 4. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen und Festigkeits-Laboratorium, 3; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2. — **Obergethmann**: Eisenbahn-Maschinenbau, Fahrzeuge (Übersicht), Betriebs- und Verkehrsanlagen, 2, Übungen, 2; Lokomotiven und Wagen, Bau und Unterhaltung, 1, Übungen, 2; Eisenbahnbetrieb, Oberbau und Signalwesen, 2. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Wasserkraftmaschinen, einschließlich Zentrifugalpumpen, Übungen, 4. — **Riedler**: Arbeitsmaschinen, 4; Entwerfen von Arbeitsmaschinen und Verbrennungsmaschinen, 4. — **Schlesinger**: Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe, mit Seminar, 2, Übungen, 4. — **Schuberg**: Mechanische Technologie, 2; Maschinenkunde I, mit Übungen im Maschinenzeichnen: Maschinenelemente, 1, Übungen, 3; Baukonstruktionslehre, mit Übungen, 2, Übungen, 4; Konstruktionsübungen für Chemiker, 1, Übungen, 3. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau, einschließlich Dampfturbinenbau, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 2. — **Franke**: Instrumenten- und Apparatenbau, 1. — **Heinel**: Die Maschinen zur Gas-Verdichtung und -Verflüssigung, insbesondere die Kälteerzeugungsmaschinen, 2. —

**v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie II, 4; Abriß der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung der Mineralöle und verwandter Stoffe: Benzin, Petroleum, Schmieröle, Paraffin usw., 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie: Qualitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Angewandte Elektrochemie: Elektrometallurgie, Galvanoplastik und Galvanostegie, quantitative Analyse durch Elektrolyse, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, zyklische Verbindungen, Farbstoffe, Alkaloide usw., 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Photochemie und photomechanische Prozesse, 2; Konstruktionstypen photographisch-optischer Instrumente, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16. — **Traube**: Thermochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Radioaktivität und Elektronentheorie, 1. — **Witt**: Chemische Technologie I, 4; Glas, Keramik, Apparatenkunde, 4; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Institut, tägl. — **Arndt**: Kolloquium über physikalische Chemie, 1; Einführung in die physikalische Chemie, 2; Technische Anwendungen der physikalischen Chemie, 1. — **Binz**: Veredlung der Textilfasern I, 1. — **Börnstein**: Verbrennung und Heizung, 1. — **Byk**: Chemie der photographischen Prozesse, 1. — **Hauser**: Einführung in die mathematische Behandlung chemischer Probleme, 2; Kolloquium über anorganische und analytische Chemie, 2. — **Hinrichsen**: Chemie der Gase, mit besonderer Berücksichtigung technischer Gasreaktionen, 2. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albumine, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Kühling**: Maßanalyse, 2; Stöchiometrie, 1. — **Lehmann**: Die Chemie des Lichtes, speziell der Farbenphotographie. — **Simonis**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Qualitative und quantitative Analyse organischer Verbindungen, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Ullmann**: Ausgewählte Kapitel aus der Farbenindustrie, 1. — **Voswinckel**: Terpene und Kampfer, 1. — **Wolffenstein**: Fabrikation neuerer Arzneimittel, 2. —

**Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Mechanik, 4. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Differentialgleichungen, 2. — **Jolles**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Steinitz**: Niedere Analysis und Algebra, 2; Variationsrechnung, 2; Funktionentheorie II, 2. — **Franz**: Variationsrechnung, 2. — **Fuchs**: Die mathematischen Formeln des Ingenieur-Taschenbuchs „Hütte", 2 *g*. — **Meyer**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **Rothe**: Fouriersche Reihen: Harmonische

Analyse, 2. — **Salkowski**: Darstellende Geometrie. — **Wallenberg**: Repetitorium der höheren Mathematik: Differential- und Integralrechnung, sowie analytische Geometrie I, 2. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4 und 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Planzeichnen, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

## Universität Bern.

**Forster**: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Optik, 6; Wärmelehre (Schluß), 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Elektrische Erscheinungen in Gasen, 1; Elektronentheorie, 3; Thermodynamik, 3; Vektoranalysis, 1. — **Blattner**: Elektrotechnik, 2. —

**Friedheim**: Spezielle anorganische Chemie, 5; Qualitative und quantitative Analyse: Metalloide, 2; Chemische Technologie der Brennstoffe und landwirtschaftlichen Gewerbe, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Tambor**: Einführung in die Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Repetitorium der karbo- und heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Lampe**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Kolloquium über qualitative Analyse, 1. — **Ephraim**: Theoretische Einführung in die Laboratoriumsarbeiten über qualitative Analyse, 1; Die modernen Grundlagen der Chemie, 2; Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, $1^1/_2$. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel I, 2; Praktikum im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung. — **Woker**: Fragen der Katalyse, 1; Theorien der Biochemie und Biophysik, 1; Kolloquium über Probleme der Biochemie und Biophysik, 1. —

**Graf**: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Bestimmte Integrale mit Repetitorium, 3; Differentialgleichungen, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Funktionentheorie, 2; Repetitorium der Mathematik, 3; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2. — **Ott**: Algebraische Analysis I, 2; Differentialrechnung, 2; Analytische Geometrie der Ebene I, 2. — **Huber**: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 2; Theorie der algebraischen Flächen, 3; Theorie und Anwendung der elliptischen Integrale, 2; Kubatur und Komplanation der Flächen, 1. — **Benteli**: Elemente der darstellenden Geometrie, 4; Praktische Geometrie, 3. — **Crelier**: Synthetische Geometrie (Einleitung), 2; Geometrie der Bewegung, 2. — **Moser**: Technische Grundlagen der Krankenversicherung; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar, 2. — **Bohren**: Ausgleichungsrechnung, 2; Politische Arithmetik, 2. —

## Universität Bonn.

**Kayser**: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl., für Anfänger, 8; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Eversheim**: Spektralanalyse, 2. — **Pflüger**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*; Elektromagnetische Wellen, 1. — **Bucherer**: Ausgewählte Kapitel der mathematischen Physik, 1. —

**Anschütz**: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl außer Sonnabend. — **Schroeter**: Höhere aromatische und heterozyklische Kohlenstoffverbindungen, 2; Über Teerfarbstoffe, mit Übungen, 2. — **Rimbach**: Theoretische Chemie II: Thermochemie und Elektrochemie, 2; Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie, mit Übungen, 1; Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Übungen in den physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*; Gasanalytische Übungen, 2 *g*; Übungen in einfachen, chemischen Unterrichtsversuchen, 2 *g*. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie II (organisch), 3; Arzneimittelprüfung, 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, 2 *g*. — **Mannheim**: Chemie der Drogen und Pflanzenstoffe, für Pharmazeuten, 1; Übungen in Wasser- und Harnanalyse, für Pharmazeuten, tägl. *g*. — **Kippenberger**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, 2; Chemische Technologie, organischer Teil (ausschließlich der Farbstoffchemie), mit Exkursionen, 2; Besprechung technisch-chemischer Betriebskontrollen, 1 *g*. — **Laar**: Chemische Grundlagen der Photographie I: Negativ- und Silberpositivverfahren, 2. —

**Study**: Elliptische Funktionen, 4; Ausgewählte Abschnitte der Elementargeometrie, 1 *g*; Übungen im mathematischen Seminar, 14 tägig, 2 *g*. — **Kowalewski**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Grundlagen und Geschichte der höheren Analysis, 2; Lektüre und Besprechung ausgewählter Schriften von Leibniz und Newton, 1. — **London**: Darstellende Geometrie mit Zeichenübungen, 4; Ausgewählte Kapitel der analytischen Geometrie, 2. — **Schmidt**: Einführung in die Zahlentheorie, 4. — **Mönnichmeyer**: Geographische Ortsbestimmungen, 2; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Küstner). — **Küstner**: Theorie und Praxis der astronomischen Instrumente, 3; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*. —

## Technische Hochschule Braunschweig.

**Zenneck**: Physikalisches Praktikum (mit Rau); Theorie des elektromagnetischen Feldes II, 1; Mechanische Wärmetheorie, 3; Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Peukert**: Elektrotechnik, 4; Elektromotoren, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Blitzableiter und elektrische Sprengmethoden, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Wasmus), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wasmus). — **Brünig**: Elektromechanische Konstruktionen, 2, Übungen, 2. — **Mosler**: Die Funkentelegraphie, 2; Elektrische Kraftübertragung, 1; Einführung in die Automobiltechnik, 1. — **Franke**: Dampfmaschinenbau, 4, Übungen (mit Göpfert), 8; Pumpmaschinenbau, Gebläse und Kompressorenbau, 4, Übungen (mit Göpfert), 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, Übungen (mit Müller), 4; Maschinenelemente, 4, Übungen (mit Müller), 10; Grundzüge des Maschinenbaues, 2. — **Denecke**: Betriebsmittel für Straßen- und Eisenbahnen, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 2, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Übungen, 4; Maschinenzeichnen, Übungen, 6; Technisches Zeichnen, Übungen, 4. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Übungen zu theoretischer Maschinenlehre, 3; Arbeiten im mechanischen Laboratorium II (mit Zacharias), Übungen; Festigkeitslehre, 2. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Papierfabrikation, 3; Mühlenwesen, 3; Technologische Übungen, 3. —

**R. Meyer**: Organische Experimentalchemie, 6; Chemische Technologie der Faserstoffe, 1; Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Biehringer und Marx); Chemisches Kolloquium (mit Baur). *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Chemisch-technische Rechnungen, 1; Heizstoffe und Kesselspeisewasser, 2. — **Baur**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie I, 4; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Wolters). — **Reinke**: Chemische Technologie II2, 4; Chemisch-technische Analyse II für Zucker-, Stärke-, Gärungs- und Molkereitechnik, 2; Betriebsstörungen in der Zucker-, Stärke-, Gärungs- und Molkereitechnik, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Rinckleben), Besprechungen, monatlich, 2 *g*. — **Beckurts**: Abwässerreinigung, 1; Wasser- und Harnuntersuchung, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger, Frerichs und Emde). — **Troeger**: Analytische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2; Gasanalyse, 1. —

**Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 2; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2; Trigonometrische Reihen und harmonische Analyse, 2; Vektorentheorie, 2. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Bewegung, 2; Ausgewählte Kapitel aus der elementaren Geometrie, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Schlink**: Technische Mechanik I, 5, Übungen, 2, Repetition, 2, II, 4,

Übungen, 1, Repetition, 1. — **Hohenner**: Geodäsie II, 3, Übungen, 1; Grundzüge der sphärischen Astronomie, direkte astronomische Bestimmung der geographischen Koordinaten und des Azimuts, 2, Übungen, 2; Vermessungsübungen I (mit Reger), 4, II, 8; Planzeichnen (mit Reger), Übungen, 2. — **Reger**: Instrumentenkunde, Übungen, 2. —

## Universität Breslau.

**Lummer**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Pringsheim und Schaefer), 2 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schaefer), 3 oder 6, für Pharmazeuten, 3, für Geübtere (mit Pringsheim und Schaefer), tägl. — **Pringsheim**: Kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Schaefer**: Theoretische Optik, 4. — **v. d. Borne**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Meteorologie: Lufttemperatur, Luftdruck, Winde, 2; Physik der Erdfeste, 1; Geophysikalische Übungen und Besprechungen, *g*; Das Klima Deutschlands und der deutschen Kolonien, 1 *g*. — **Riesenfeld**: Photographisches Praktikum, 2; Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*. —

**Ladenburg**: Allgemeine Experimentalchemie, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Praktisch-chemische Übungen: a) für Chemiker (mit Abegg), ganz- und halbtägig, b) für Mediziner (mit Herz), 4, c) für Landwirte, 6. — **Gadamer**: Anorganische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Kleines chemisches Praktikum, 6; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl. — **Abegg**: Valenztheorie, 1 *g*; Physikalische Chemie III: Verwandtschaftslehre, Phasentheorie, 2, mathematische Ergänzungsstunden; Physikalisch-chemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Sackur), 3. — **Ahrens**: Technologie des Holz-, Braunkohlen- und Steinkohlenteers nebst Fabrikation von Zwischenprodukten und Endprodukten (Farbstoffe) aus denselben, 4; Gasanalyse mit Experimenten, 1 *g*; Technologie der Gärungsgewerbe, 2; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Herz**: Physikalisch-chemische Grundlagen der analytischen Chemie, 2; Anwendungen der physikalischen Chemie auf Probleme der organischen und biologischen Chemie, 2; Stöchiometrie (ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie: Atom- und Molekelgewichtsbestimmungen, die Eigenschaften der Körper in den verschiedenen Aggregatzuständen), 2. — **Sackur**: Ausgewählte Kapitel der technischen Elektrochemie, 1; Einführung in die mathematische Behandlung der Chemie, 2. — **Fischer**: Über Kolloide, 1. — **Feist**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 2; Qualitative Analyse, 1 *g*. —

**Sturm**: Differentialrechnung und Elemente der Integralrechnung, 4; Differentialgeometrie, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Rosanes**: Algebraische Gleichungen, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Kneser**: Variationsrechnung, 4; Allgemeine Potentialtheorie, 2; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Franz**: Sphärische und praktische Astronomie, 4; Interpolation, mechanische Quadratur und Berechnung der speziellen Störungen der Himmelskörper, 2 *g*; Astronomisches Praktikum für Anfänger, 2, für Vorgeschrittene, tägl. —

## Universität Czernowitz.

v. **Geitler**: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum II, 6 und 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl., *g*; Optik, mit Experimenten, 2 *g*. — **Radaković**: Elektrizität und Magnetismus (Fortsetzung), 5; Seminar für mathematische Physik, 2; Proseminar für mathematische Physik, 2. —

**Pomeranz**: Allgemeine Chemie II, 5; Pharmazeutische Chemie, 3; Chemische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Thermochemie, 1 *g*. —

**Plemelj**: Funktionentheorie, 5; Spezielle Probleme der Algebra, 1; Mathematisches Seminar, 2. —

## Technische Hochschule Danzig.

**Wien**: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, 4; Kleines physikalisches Praktikum, 8; Großes physikalisches Praktikum, tägl. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum; Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 1; Akustik, 1; Photographische Reproduktionsverfahren, 1; Übungen in Photographie und Lichtpausverfahren, 3; Arbeiten im photographischen Laboratorium für Fortgeschrittene, 3. — **Roeßler**: Elektrotechnik I, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I, 4, II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen (mit Simons), 2, Übungen, 4. — **Simons**: Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Jahn**: Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen, 4; Eisenbahnwerkstätten, 2; Dampfkessel, 2, Übungen, 3; Enzyklopädie des Eisenbahnmaschinenwesens, 2. — **Schulze-Pillot**: Maschinenelemente, 4, Übungen 8 und 4; Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kreiselrädern, 2, Übungen, 4; Kraftanlagen und Energieverteilung, 2, Übungen, 4. — **N. N.**: Einführung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Enzyklopädie der Maschinenelemente, 1; Mechanische Technologie, 2; Lasthebemaschinen, 3, Übungen, 3; Werkzeugmaschinen und Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4. — **Wagener**: Wärmemechanik, 2; Maschinenlaboratorium I, 4, II, 4; Kolben-Kraftmaschinen, 4, Übungen, 4; Kolben-Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2. — **Gramberg**: Mechanische Meßinstrumente und Maschinenuntersuchungen, 2; Heizung und Lüftung, 2. — **Lorenz**: Einführung in die Mechanik, 4, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Mechanik, 2. —

**Ruff**: Anorganisch-chemische Technologie I, 3, II, 3, III: Technische Elektrochemie, 1; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Praktikum im anorganisch-chemischen Laboratorium, tägl.; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organische Experimentalchemie, 5; Untersuchung von Heizstoffen und Gasanalyse, 3; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, tägl.; Praktikum im Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. — **Bose**: Physikalische Chemie II: Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf chemische Vorgänge, Physikalische Grundlagen der Elektrochemie, 3; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 4, mit Übungen; Physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4. — **Plato**: Analytische Chemie. —

v. **Mangoldt**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Einführung in die höhere Mathematik, 5. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 3. — **Sommer**: Höhere Mathematik I, 5; Unendliche Reihen, 2 *g*. — **Eggert**: Niedere Geodäsie, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Geographische Ortsbestimmung, 2. —

## Technische Hochschule Darmstadt.

**Schering**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Theoretische Elektrizitätslehre, 2. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus, 4, Repetitorium, 1. — **Fritsch**: Einführung in das Physikalische Praktikum, 1 *g*; Photographische Übungen, 2. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I: Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde I, 2; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II, 3, Übungen (mit Petersen), 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der gesamten Elektrotechnik, 1; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz und Sengel), 6 halbe Tage; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Übungen im Hochspannungslaboratorium (mit Petersen), 1. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen, 2, Übungen, 3; Elektrische Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Petersen**: Grundzüge der Hochspannungstechnik, 1; Wechselstrom-Kollektor-Motoren, 2. — **Goldschmidt**: Elektromotorische Betriebe, 2. — v. **Roeßler**: Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Mechanische Technologie I, 2, II, 2; Papierprüfung, 1; Werkzeugmaschinen: Metallbearbeitung, Übungen, 3, Holzbearbeitung usw., Übungen, 3; Arbeiterschutz, 1; Hüttenmaschinen, 2. — **Linoke**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 9, Zeichen- und Konstruktionsübungen, 3. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahn-Ma-

schinenbau I, 3, II, 2; Konstruktions-Übungen zu Eisenbahn-Maschinenbau und Gasmotoren, 3; Maschinenbau-Praktikum III, 3. — **Gutermuth**: Dampfkessel, 2; Pumpmaschinen, 4; Gebläse und Kompressoren, 2; Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbaupraktikum I, 3. — **Pfarr**: Regulatoren zu Wasserkraftmaschinen, 1; Konstruktionsübungen zu Wasserkraftmaschinen, 6; Maschinenbaupraktikum V, 3; Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Koehler**: Neuere Hebezeuge mit elektrischem Antrieb, 1; Förderanlagen für Massengüter, 1; Konstruktionsübungen zu Lasthebemaschinen, 6. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1.—

**Staedel**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum (mit Kolb, D'Ans und Zeh), tägl. außer Sonnabend. — **Finger**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Peptide und Purinderivate, 2; Teerfarbstoffe, 4; Praktikum für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. außer Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Kolb**: Elemente der Agrikulturchemie, 3; Analytische Chemie I, 2; Methoden der organischen Analyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Schwalbe**: Organische Experimentalchemie, einschließlich Zellulosechemie und Teerfarbstoffe, 4. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 2, organischer Teil, Repetitorium, 1; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmakognosie, 1, Übung, 1. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 2; Bautechnologie, 1; Metallurgie, 2; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Moldenhauer und Brodal), tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend. — **Neumann**: Hüttenmännische Probierkunst, 2, mit Übungen; Elektroanalyse, 1. — **Moldenhauer**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Elektrochemie, 1 *g*; Elektrochemische Übungen, 3 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie II, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1; Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik, 1½; Photochemie, 1. — **Sonne**: Chemische Technologie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8. —

**Graefe**: Repetitorium der Elementarmathematik, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 2. — **Horn**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 5, Übungen, 3; Einleitung in die Funktionentheorie, 3. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 3, II, 2, Übungen, 1. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Geometrische Formen und Formen der Kunst, 2; Arbeiten im mathematischen Institut (mit Gay), 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Geometrie der Lage, 2 auch 3. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente II, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Fenner**: Geodäsie, 4; Geodätische Übungen: Meßübungen, 4; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 2. — **Gasser**: Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Geodätische Übungen: Meßübungen, 4; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 2; Planzeichnen, 4 und 2. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik I, 6; Reine Kinematik, 2. —

## Technische Hochschule Dresden.

**Hallwachs**: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum (mit Toepler) I, 6 oder 3, II für Fortgeschrittene, 9, für größere physikalische Arbeiten, 20. — **Toepler**: Einleitung in die Theorie der elastischen Schwingungen und der Akustik, 2. — **Grübler**: Technische Mechanik II, 6, Übungen, 2; Graphostatische Übungen, 2. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik I, 3; Theorie des Wechselstromes I, 4; Starkstromanlagen I, 2, Übungen (mit Brion), 2; Elektrotechnisches Praktikum für Anfänger, 4; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 8; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, 20. — **Kübler**: Elektromaschinenbau I: Elektrotechnische Konstruktionselemente, Normale Dynamos und Motoren, 2, III: Übertragung elektrischer Arbeit auf ortsfeste Anlagen und Fahrzeuge, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 12 und 4. — **Ulbricht**: Eisenbahnsignalwesen und elektrische Eisenbahneinrichtungen, mit Exkursionen, 3 *g*. — **Brion**: Übungen im Anschluß an das elektrotechnische Praktikum, 2. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre: Kraftmaschinen, 4; Technisches Zeichnen für die Chemische Abteilung, 4; Skizzieren: Modellaufnahme und Perspektive, 4. — **Mollier**: Technische Wärmelehre, 4, Übungen, 1; Kältemaschinen, 2; Übungen im Maschinenlaboratorium, 6; Übungen zur Kinematik, 3; Selbständige Arbeiten im Maschinenlaboratorium, 24. — **Buhle**: Maschinenelemente für Maschinen- und Elektroingenieure, 5; Abriß der Maschinenelemente, 2; Maschinenkonstruieren: Maschinenelemente, 10 und 4, Hebezeuge und Transportmaschinen, 10 bezw. 5; Landtransportmittel (ausgewählte Kapitel), 2; Hebe- und Transportmaschinen, 2. — **Scheit**: Untersuchung von Baumaterialien II, Übungen, 3; Festigkeitslehre, 4; Größere Arbeiten in der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt, 24. — **Lewicki**: Dampfkessel und Überhitzer, 3; Dampfturbinen, 1; Wasserkraftmaschinen, 2; Maschinenkonstruieren, 6; Skizzieren von Maschinenteilen nach dem Gedächtnis, mit Übungen, 1 *g*. — **Nägel**: Dampfmaschinen I, 4; Pumpen und Gebläse, 2; Maschinenkonstruieren, 6. — **Hundhausen**: Maschinenfabrikation, 2; Fabrikanlagen, 2; Übungen im Entwerfen von Bearbeitungsmaschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen und Fabrikationsmaschinen, 5. — **Luther**: Photographie, 2. —

**v. Meyer**: Organisch-technische Chemie, Chemische Technologie der Fette und Öle, insbesondere Fabrikation von Seife, Kerzen, Glyzerin, Sprengstoffe, Gerbstoffe und Gerberei, 3; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1; Organisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe I, 2; Praktikum für Farbenchemie, 12, für Färbereitechnik, halbtägig, für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Förster**: Physikalische Chemie I, zugleich Einführung in die Elektrochemie, 3; Praktikum für Elektrochemie, 12, Größere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Hempel**: Experimentalchemie (anorganische), 6; Anorganisch-chemisches Praktikum: Qualitative Analyse, 12, Quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Müller**: Allgemeine mechanische Technologie I, 3; Papierfabrikation, 3; Praktikum für die Faserstofftechnik, 20. — **Renk**: Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 1; Gewerbehygiene, 2; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Bucherer**: Praktische Übungen auf dem Gebiete des Patentweseus, 1; Die organischen Heil- und Nährmittel, ihre physiologisch-chemische Grundlage, Synthese und Anwendung, 1. — **Dietz**: Die chemische Technologie der Mörtel und Zemente, 1; Die chemische Technologie des Glases, 1. — **Lottermoser**: Chemie der Kolloide, 1; Titriermethoden, 1. — **Walther**: Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1; Wichtige Theorien der organischen Chemie, 1. —

**Helm**: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 1; Doppelbrechung und Interferenz des Lichtes, 2; Versicherungstechnisches Seminar, 1 *g*, Übungen, 2. — **Krause**: Höhere Mathematik III, 3, Übungen (mit Naetsch), 14tägig, 1; Theorie der Differentialgleichungen, 4; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Algebra, 1; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Disteli**: Darstellende Geometrie I, 3, Übungen, 4; Perspektive mit Übungen, 2. — **Heger**: Sphärische Kegelschnitte, 1 *g*. — **Naetsch**: Sphärische Trigonometrie, 2; Analytische Geometrie der Kegelschnitte, 3. — **Pattenhausen**: Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, 1; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 1; Sphärische Astronomie, 2, Übungen, 1; Vorübungen zum Planzeichnen für Vermessungsingenieure (Schriftzeichnen), 2; Planzeichnen II, 2 und 4; Skizzieren geodätischer Instrumente, Übungen, 2; Triangulierungsübungen, 4; Katastervermessungsübungen, 2; Geodätisches Praktikum I, 4, II, 4, für Architekten, 4; Größere Terrainaufnahmen, 2 Wochen. —

## Universität Erlangen.

**Wiedemann**: Experimentalphysik: Wärme, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physi-

kalisches Halb- und Vollpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Übungen in Experimentalvorträgen, 1 *g*. — **Reiger**: Thermodynamik, 2; Elektromagnetische Lichttheorie, 2; Übungen zur theoretischen Physik, 2 *g*. —

**Fischer**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Chemischen Laboratorium (mit Busch) a) Analytisch-chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, b) Vollpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Mediziner, 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Ausmittelung von Giften, 1; Ausgewählte Kapitel der physiologisch-chemischen Analyse, 1; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Pharmazeutisch-chemisches Halbpraktikum I, 16, II, 20; Physiologisch-chemisches Praktikum: Harnanalyse etc., 3; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittel, ganz- und halbtägig, tägl. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse II: Metalloide, 2; Chemische Technologie: Teerfarbstoffe, 2. — **Henrich**: Die wichtigsten Darstellungsmethoden und Synthesen der organischen Chemie, 2; Geschichte der chemischen Theorien seit Lavoisier, 1; Anleitung zur Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. *g*. — **Gutbier**: Chemisches Seminar, 2; Moderne Theorien der anorganischen Chemie, 1; Übungen in Experimentalvorträgen, 1 *g*. — **Jordis**: Elektrochemisches Praktikum, a) für Anfänger, 3, b) für Fortgeschrittene, 5; Chemisches Seminar, 2. —

**Gordan**: Integralrechnung, 4; Invarianten, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Differentialgeometrie, 4; Vorträge und Übungen in synthetischer Geometrie (mit Hilb), *g*. —

## Universität Freiburg i. Br.

**Himstedt**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, Elektrooptik, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Königsberger), für Mediziner und Pharmazeuten, 3, für Studierende der Naturwissenschaften, 6. — **Königsberger**: Elektrizität und Magnetismus, 3; Neuere physikalische Forschungen, 1; Besprechung theoretischer Untersuchungen, 1 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **G. Meyer**: Grundzüge der physikalischen Chemie mit Demonstrationen, 2; Radioaktivität mit Demonstrationen, 1; Photographie mit Übungen (mit Trautz); Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag. — **Reinganum**: Aufgaben aus der analytischen Mechanik, 3. — **Trautz**: Photochemie mit Experimenten, 2; Physikalische Grundlagen der Photochemie, 1 *g*. — **Ferrars**: Allgemeine Theorie und Praxis der Photographie vom wissenschaftlichen wie künstlerischen Standpunkte, mit praktischen Übungen, 4. —

**Gattermann**: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. außer Sonnabend; Übungen im Experimentieren und Vortragen, 2 *g*; Chemisches Kolloquium, 1 Nachm. *g*. — **Willgerodt**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Technologie mit Exkursionen, 2. — **Edinger**: Einführung in die organischen Arbeitsmethoden, 1 *g*. — **Fromm**: Übungen im Färben von Gespinstfasern, 2; Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 2, Repetition 1. — **Meigen**: Chemisches Rechnen, 1; Praktische Übungen in der Gasanalyse, 2. — **Riesenfeld**: Qualitative Analyse, mit Berücksichtigung der Spektral- und Mikro-Analyse, 3; Physikalisch-chemische Behandlung der wichtigsten technischen Reaktionen, 1. —

**Lüroth**: Integralrechnung, 4½, Übungen, 2. — **Stickelberger**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1; Zahlentheorie, 3. — **Loewy**: Determinanten, 4; Über die Grundlagen der Geometrie, 2; Mathematisches Seminar, 1. — **Seith**: Praktische Geometrie, 2, Übungen, *g*. —

## Universität Gießen.

**König**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 4½; Physikalisches Praktikum, 3 und 6; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Fromme), 2. — **Fromme**: Theoretische Elektrizitätslehre, 5; Niedere Geodäsie, 3, Übungen, 1 Nachmittag. — **Schmidt**: Einführung in die mathematische Behandlung der physikalischen Fragen, 1; Radioaktivität, mit Experimenten, 2. —

**Naumann**: Organische Experimentalchemie, 5¼; Physikalische Chemie: Molekül, Atomgewichtszahlen, Gasgesetz, Massenwirkungsgesetz, mit Anwendungen auf technische Chemie und Übungen in Berechnungen, 1¾; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Moeser), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Moeser**: Analytische Chemie I; Qualitative Analyse, 2; Pharmazeutisch-chemische Präparate I, 2. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Landwirte, halbtägig; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, 1½; Anorganische Experimentalchemie, 5¼; Elektrochemie II: Spezielle Elektrochemie, 2. — **Brand**: Die Grundzüge der Stereochemie, 1; Chemische Technologie, 2. —

**Pasch**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Bestimmte Integrale, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Netto**: Elemente der Algebra, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 2; Theorie der Differential-Gleichungen, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Graßmann**: Analytische Mechanik I, 4, Übungen, 14tägig, 2; Graphische Statik, mit Übungen, 3. —

## Universität Göttingen.

**Riecke**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 3; Ausgewählte Probleme der Optik, 1 *g*; Physikalische Übungen für Mathematiker und Physiker (mit Voigt, Prandtl, Simon, Bestelmeyer, Gerdien, Krüger, Rüdenberg und Busch), 4, für Chemiker und Studierende der Naturwissenschaften (mit Bestelmeyer und Gerdien), 2 oder 4; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. außer Sonnabend. — **Voigt**: Theorie des Potentials, 4; Einführung in die Elektronentheorie, 2 *g*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. außer Sonnabend. — **Wiechert**: Meteorologie mit besonderer Berücksichtigung der luftelektrischen Erscheinungen, 4, Geophysikalisches Praktikum, *g*; Theorie des Lichtes, 4; Vermessungswesen I: Feldmessung, 4; Wetter und Wettervorhersage, 1 *g*. — **Prandtl**: Theorie der Elastizität und Festigkeit, 3; Einführung in die Maschinentechnik: Technologie, mit Besichtigungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, insbesondere Versuche an Wärmemaschinen (mit Riecke, Voigt und Simon), 2; Mechanikpraktikum für Anfänger, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik und Wärmelehre, tägl. außer Sonnabend. — **Simon**: Elektrische Meßmethoden und Meßinstrumente, 2; Theorie und Technik des elektrischen Lichtbogens, 1 *g*; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Im mathematisch-physikalischen Seminar: Vorträge der Mitglieder über Probleme der angewandten Elektrizität, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, tägl. — **Bestelmeyer**: Kinetische Theorie der Gase, 2; Praktikum der Elektronik und Radioaktivität (mit Gerdien), 4. — **Krüger**: Wärmestrahlung, mit Experimenten, 2; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3. — **Gerdien**: Grundzüge der Spektroskopie, 2. —

**Wallach**: Allgemeine Chemie II: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Polstorff, Kötz und Borsche), Voll- und Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4 Nachmittage; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. *g*. — **Tammann**: Elektrochemie, 3; Physikalisch-chemische Übungen, für Anfänger (mit Levin) halbtägig, für Vorgeschrittene ganztägig; Kolloquium, 1 *g*. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 4; Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Fischer**: Allgemeine chemische Technologie; Rohstoffe der Kolonien für die Industrie, 1 *g*. — **Zsigmondy**: Kolloidchemie, 1 *g*, Praktikum, 2; Neuere Forschungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 1; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, ganztägig. — **Kötz**: Einführung in die Chemie, 3; Prinzipien und Theorien analytischer und anorganischer Prozesse, 2; Seminaristische Übungen in Chemie, 1 *g*; Exkursionen zur Kenntnis der chemischen Technologie, *g*; Repetitorium der Chemie, 1. — **Coehn**: Photochemie und Spektralanalyse, mit Demonstrationen, 1; Elektrochemisch-technische Übungen, 3. — **v. Braun**: Konstitutionsbestimmung organischer Verbindungen II: Physikalische Methoden, 2; Chemische Tagesfragen: Chemie der Eiweißkörper, 1 *g*. — **Borsche**: Chemische Technologie der organischen Farbstoffe, 2; Färbereichemische Übungen, 3. — **Levin**: Physikalisch-chemische Meßmethoden, 1. —

**Klein**: Enzyklopädie der Geometrie, 4; Über Fragen der Hydrodynamik und Aerodynamik (mit Prandtl, Runge und Wiechert), 2 *g*. — **Hilbert**: Prinzipien der Mathematik, 4; Vorträge über Prinzipien der Mathematik (mit Minkowski), 2 *g*. — **Schwarzschild**: Allgemeine Astronomie, 3; Populäre Astronomie: Das Sonnensystem, 1 *g*; Astrophysikalisches Praktikum, 1 Nachmittag. — **Minkowski**: Analytische Geometrie, 4; Fouriersche Reihen und bestimmte Integrale, 2. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung I, mit Übungen, 6; Graphische Statik, 1 *g*. — **Ambronn**: Theorie und Gebrauch der astronomischen Instrumente, 3; Über Grenzregulierungen und das Vermessungswesen in den Kolonien, 1; Astronomische Übungen, 4—5; Selbständige Beobachtungen und Arbeiten an den Instrumenten der Sternwarte für Vorgeschrittene, tägl. — **Herglotz**: Gleichgewicht und Bewegung gravitierender Flüssigkeitsmassen, 3; Ausgewählte Kapitel der Himmelsmechanik (Fortsetzung), 2 *g*. — **Zermelo**: Mathematische Logik, 2. — **Carathéodory**: Funktionen von reellen Veränderlichen, 2; Geschichtliche Entwicklung der Variationsrechnung, 1 *g*. — **Koebe**: Elementare Differentialgleichungen mit Übungen, 6. — **Toeplitz**: Einführung in die Theorie der Integralrechnung, 3; Mathematische Übungen, 2. — **Bernstein**: Versicherungsrechnung, 2; Übungen im Seminar für Versicherungswissenschaft, 2 *g*; Einleitung in die Geschichte der Mathematik, 2 *g*. —

## Universität Graz.

**Pfaundler**: Experimentalphysik II, 5; Physikalische Übungen I, 6 *g*; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Benndorf), tägl. außer Sonnabend, *g*. — **Waßmuth**: Elektrizität und Magnetismus (Schluß), 3; Die Methoden zur Bestimmung des „Ohm", 1; Die Elemente der Elektronentheorie, 1; Übungen im Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Benndorf**: Physikalische Übungen II, 8 *g*; Allgemeine Meteorologie, 3; Übungen im physikalischen Rechnen, 2. — **Streintz**: Thermodynamik und ihre Anwendung auf Probleme der Elektrizität und der Chemie I, 2. —

**Scholl**: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Chemische Übungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Schrötter**: Chemie der karbozyklischen (aromatischen) Verbindungen, 3. — **Hemmelmayr**: Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie organischer Stoffe, 2. — **Kremann**: Angewandte physikalische Chemie II: Anwendung physikochemischer und elektrochemischer Theorien auf technische Probleme, 1; Maßanalyse mit praktischen Übungen im stöchiometrischen Rechnen, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der physikalischen Chemie, tägl. —

**Dantscher v. Kollesberg**: Analytische und projektivische Geometrie des Raumes, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Daublebsky v. Sterneck**: Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), 2; Elemente der Funktionentheorie, 3; Mathematisches Seminar, 2. — **Streißler**: Darstellende Geometrie: Orthogonale Projektion II, 3. — **Hillebrand**: Theorie der Meteoriten, 2; Astronomische Chronologie, 3. —

## Technische Hochschule Graz.

**v. Ettingshausen**: Physik, 5; Elektrotechnik, 3, Übungen, 8. — **Streintz**: Wärmelehre, 3; Der Bleiakkumulator und das Akkumulatorproblem, $1^1/_2$ *g*. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, IIb, $2^1/_2$; Allgemeine Maschinenkunde IIa, $2^1/_2$, IIb, $1^1/_2$; Maschinenbau IIc, $1^1/_2$. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 4, Übungen, 8, IIa, 3, Übungen, $9^1/_2$, IIb, $1^1/_2$, Übungen, 15. —

**Emich**: Organische Chemie I, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse, 16; Agrikulturchemie, 2; Chemische Technologie der organischen Stoffe: Technologie der Fette, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der organisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, 20. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1, Seminar, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der chemischen Maßanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe: Glas- und Tonwarenerzeugung, 4; Elektrochemie I, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung anorganisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe. — **v. Hemmelmayr**: Organisch-chemische Analysenmethoden, 1. —

**Hočevar**: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik II, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, Übungen, 6, Seminarübungen: Unter- und Oberseminar, 2; Projektive Geometrie I, 2, Übungen, 1, II, 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik II, 4, Übungen, 1; Technische Mechanik II, 3. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie II, 4; Sphärische Astronomie, 2; Praktische Meßübungen: Feldübungen; Katasterwesen und Meßgesetze, 3; Situationszeichnen, 4. —

## Universität Greifswald.

**Mie**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 4, Elementar-mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Besprechung neuerer physikalischer Arbeiten (mit Stark), 2 *g*. — **Holtz**: Galvanische Elektrizität einschließlich der Induktions-Elektrizität, 1; Physik der Erde und der Gewässer, 1 *g*. — **Stark**: Theorie der Elektrizität, 4; Übungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum, 2. — **Schreber**: Die thermischen Eigenschaften der Gase und Dämpfe, 1; Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate mit Handfertigkeitsübungen, 1. — **Herweg**: Über Elektronen, mit Experimenten, 1. —

**Auwers**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Strecker), $3^3/_4$, Erläuterungen, $^1/_2$ *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 3; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Roth**: Physikalische Chemie, ausschließlich Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum, $9^1/_2$; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Posner**: Chemische Technologie I: Anorganische Stoffe, 2; Chemisch-technologische Exkursionen, *g*; Die Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2. — **Strecker**: Spezielle anorganische Chemie II: Metalle, 2; Titrieranalyse, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3. — **Anselmino**: Die geschichtliche Entwicklung der Alkaloidchemie, 1; Die quantitativen Methoden des Arzneibuchs, 1; Sterilisationsverfahren für Apotheker, 1 Tag. —

**Thomé**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4; Theorie und Anwendung der Fourierschen Reihe, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Engel**: Differentialgeometrie (Fortsetzung), 4, Seminar, $1^1/_2$ *g*; Einführung in die Theorie der Transformationsgruppen, 4, Übungen, 1 *g*; Partielle Differentialgleichungen (Fortsetzung), 2 *g*. — **Vahlen**: Algebra (Fortsetzung), 3, Übungen 1 *g*; Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, 3 *g*; Geodätische Exkursionen, *g*. —

## Universität Halle.

**Dorn**: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Licht, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Halbpraktikum, 3, c) Arbeiten von Geübten, tägl.; Elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2 *g*. — **Schmidt**: Theorie der Wärme, 3; Kolloquium über elektrische Präzisionsmessungen, *g*; Über schnelle elektrische Schwingungen, mit Übungen, 2 *g*. — **Berndt**: Einführung in die Vektoranalysis, 1. —

**Volhard**: Analytische Chemie, 2; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Vorländer und Schulze), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Ausgewählte Kapitel der Chemie, 1 *g*. — **Vorländer**: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5. — **Schulze**: Darstellung und Prüfung der offizinellen Arzneimittel I, 2; Die chemische Untersuchung der Drogen und galenischen Präparate, 1 *g*. — **Baumert**: Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, tägl. außer Sonnabend; Die wichtigsten Lebensmittel und deren Verfälschungen, 1 *g*. — **Erdmann**:

Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in der Gasanalyse, technischen Analyse und in der Elektrochemie, 4; Technische Chemie der aromatischen Verbindungen, 2 *g*. — **Tubandt**: Repetitorium der Chemie, 3; Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Atomtheorie, 1 *g*. —

**Cantor**: Theorie der analytischen Funktionen, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Analytische Geometrie der Ebene, mit Übungen, 4; Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf die Theorie der Raumkurven und Flächen: Differentialgeometrie, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14 tägig, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, 1 *g*. — **Gutzmer**: Höhere Algebra, 4; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, mit Anwendung auf Triangulation, 2; Praktische Übungen in geographischer Ortsbestimmung, 2 *g*. —

## Technische Hochschule Hannover.

**Precht**: Experimentalphysik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Arbeiten im Laboratorium der Physik, 4. — **Valentiner**: Photographie, mit Übungen, 2; Grundzüge der Spektralanalyse, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium (mit Beckmann, Meyer und Riddervold) I, 8, II, III, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen II (mit Grabe), 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren (mit Grabe), 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik I, 1; Elektrotechnische Meßkunde II, 2, II, 1; Die Ankerwickelungen der Gleichstrommaschinen, 1 *g*. — **Meyer**: Bedeutung, Theorie und Konstruktion der Wechselstrom-Kollektor-Motoren, 1 *g*. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Walther), 4; Spezielle Technologie I (mit Walther), 3, Übungen, 4. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Engelbrecht, Cramer, Breuer), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Engelbrecht und Cramer), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinenorgane (mit Ryssel und Ahlf), 4, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Ahlf), 3, Übungen, 3. — **Frese**: Maschinen-Ingenieur-Laboratorium (mit Aschof, Wilke, Kropp und Havliza) I, 1, Übungen, 8, II, 1, Übungen, 8; Theoretische Maschinenlehre (mit Wilke), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Regula und Fink), 3, Übungen, 4; Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues (mit Fink), 2; Übungen im Entwerfen von Fabrikanlagen und Eisenbahn-Werkstätten (mit Fink), 3. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre II (mit Keidel), 3; Hebezeuge und Pumpen (mit Regula und Keidel), 2, Übungen, 4; Wasserhaltungs-, Förder- und Gebläsemaschinen, 3; Ausgewählte Kapitel aus Hebezeugen und Pumpen, 1. — **Weber**: Mechanik I (mit Bock), 4, Seminarübung, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik (mit Bock), 3. — **Nachtweh**: Maschinenzeichnen (mit Willkomm, Regula und Wilke), 4; Bautechnologie, 2; Spezielle Technologie II (mit Willkomm), 2; Fabrikationszweige der Faserstoff-Industrie (mit Willkomm), 3; Technologisches Praktikum (mit Willkomm), 3; Landwirtschaftliche Maschinenlehre, 4. —

**Seubert**: Grundzüge der Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Hochhut und Lambrecht), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Maßanalyse, 2. — **Behrend**: Physikalische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Kießling), tägl. außer Sonnabend. — **Jänecke**: Anorganisches Kolloquium, 1. — **Ost**: Chemische Technologie II, 3; Untersuchungsmethoden, 1; Mineralöle und Fette, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Schliemann), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Schliemann), tägl. außer Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der physiologischen Chemie, 2. —

**Kiepert**: Höhere Mathematik II, 5, Übungen, 1, Repetition, 1; Theorie und Anwendung der Differentialgleichungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: a) Variationsrechnung, 2, b) Geometrie der Lage, 2. — **Stäckel**: Höhere Mathematik I A, 6, Übungen, 2, II, 3, Übungen, 1. — **Wieghardt**: Grundzüge der höheren Mathematik, 3, Übung, 1; Ausgewählte Kapitel der Elastizitätslehre, 2; Allgemeine Entwicklungen über das Prinzip der virtuellen Verrückungen und das Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Richter), 3, Übungen, 6, I, 3, Übungen, 6. — **Oertel**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), 2, Übungen, 3; Praktische Geometrie, Planzeichnen (mit Petzold), 4; Geodäsie I (mit Petzold), 2, Übungen, 6; Grundzüge der astronomischen Ortsbestimmung (mit Petzold), mit Übungen, 2. — **Petzold**: Geodätisches Rechnen, Übungen, 1. —

## Universität Heidelberg.

**Lenard**: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität und Magnetismus, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker), 6; Übungen und wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, 35; Physikalisches Kolloquium und Seminar, 1 *g*. — **Pockels**: Physikalische Mechanik, insbesondere der deformierbaren Körper, 3, Übungen, 1 *g*; Geophysik, 1. — **Becker**: Physikalische Meßapparate und Meßmethoden mit Demonstrationen, 2. — **Ebler**: Die radioaktiven Substanzen, mit besonderer Berücksichtigung der Mineralquellen, 1. — **Müller**: Wechselströme und elektrische Schwingungen, 1. —

**Curtius**: Experimentalchemie: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, halbtägig, 4; Chemisches Anfänger-Praktikum für Mediziner, 3; Einführung der Mediziner in das praktische Studium der Chemie, 1 *g*. — **Brühl**: Anorganische Chemie, 6; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Jannasch**: Titrieranalyse, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Gasanalytisches Praktikum (mit Franzen), 3; Chemisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 4. — **Knoevenagel**: Chemische Technologie, organische Prozesse, mit Ausflügen, 2; Praktische Anwendung organischer Farbstoffe in der Färberei und Druckerei der Textilfasern. — **Bredig**: Chemische Kinetik und Katalyse, 2; Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe, 2; Theoretische Übungen in physikalischer Chemie, für Anfänger und Vorgeschrittene, $1\frac{1}{2}$ *g*; Praktische Einführung in die physikalische Chemie und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Arbeiten und Übungen, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger. — **Dittrich**: Quantitative Analyse durch Elektroanalyse event. mit Übungen, 1; Chemisches Praktikum für Vorgeschrittenere sowie für Anfänger und Nichtchemiker, tägl. außer Sonnabend; Ferienpraktikum: Chemisches Praktikum für Vorgeschrittenere sowie für Anfänger und Nichtchemiker, 6, 5 oder 4 Wochen. — **Stollé**: Qualitative Analyse, 2; Pharmazeutische Chemie I; Anorganischer Teil, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Mohr**: Stereochemie, 1. — **Darapsky**: Heterozyklische Verbindungen, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1. — **Franzen**: Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1; Chemisch-analytische Besprechungen (mit Ebler), 14tägig, $1\frac{1}{2}$ *g*; Chemie der Eiweißkörper und der Aminosäuren, 1; Praktische Einführung in die Bakteriologie und Gärungschemie. —

**Koenigsberger**: Differential- und Integralrechnung, 4; Theorie der Linien und Flächen, 4; Mathematisches Unter- und Oberseminar, 2. — **Cantor**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Determinanten, 2; Politische Arithmetik, 2. — **Koehler**: Darstellende Geometrie, mit Übungen, 4. — **Boehm**: Algebra: Theorie der Gleichungen, mit Anwendung auf fundamentale Probleme der Elementarmathematik (Kreisteilung, geometrische Konstruktionen), 4; Übungen zur Theorie der Linien und Flächen, 2. — **Bopp**: Geschichte der Mathematik im XVIII. Jahrhundert, 2. — **Valentiner**: Allgemeine Astronomie, 2. — **Wolf**: Elemente der Meteorologie, 2 *g*. — **Kopff**: Die Kometen, 1. —

## Universität Innsbruck.

**Tumlirz**: Theorie der Wärme, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Czermak**: Praktische

Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6, für Vorgeschrittene, tägl. *g.* — **Tollinger**: Über die physikalischen Eigenschaften der Milch und deren Bedeutung für die Praxis, 2. — **Hammerl**: Elektrotechnik I: Über Gleichstrom-Maschinen und Motoren, 2. — **Trabert**: Das Klima der Erde und seine Veränderungen, 2; Meteorologische Instrumentenkunde mit praktischen Übungen, 3. —

**Brunner**: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemische Übungen für Mediziner, 6. — **Hopfgartner**: Pharmazeutische Chemie, 5. — **Zehenter**: Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, mit Exkursionen, 2. —

**Gmeiner**: Analytische Geometrie (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g.* — **Zindler**: Differentialgleichungen, Integralrechnung und Elemente der Funktionentheorie (Fortsetzung), mit Übungen des mathematischen Seminars, 7. — **Menger**: Darstellende Geometrie (Fortsetzung), 4. —

## Universität Jena.

**Winkelmann**: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Baedeker): a) für Physiker, 6, b) für Mediziner, 4, c) für Chemiker, 4; Leitung physikalischer Spezialuntersuchungen (mit Straubel und Baedeker), tägl. — **Auerbach**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Physikalische Besprechungen (mit Baedeker), 2 *g.* — **Baedeker**: Theorie der elektrischen Meßapparate mit Übungen, 1. — **Marc**: Photochemie und Photographie, 1. —

**Knorr**: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Analytisches Praktikum (mit Wolff), ganz- und halbtägig, für Mediziner, 6 und 3; Praktikum in der organischen Abteilung und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Rabe), tägl. — **Wolff**: Maßanalyse, $1^1/_2$; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Grundzüge der anorganischen und organischen Chemie (Experimentalchemie), 5; Technische Chemie für Landwirte, 1; Großes und kleines chemisches Praktikum für Landwirte; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittene, 14tägig, 2 *g.* — **Vongerichten**: Technische Chemie; Anorganische Industrie, 2; Kursus in technisch-chemischer Analyse, 2; Praktikum mit besonderer Berücksichtigung technisch-chemischer Methoden, tägl.; Wichtige Kapitel aus der chemischen Technologie für Nationalökonomen und Juristen, 1 *g.* — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 3; Pharmazeutisches Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Sterilisierung der Arzneimittel und Verbandstoffe, mit praktischen Übungen; Praktische und theoretische Übungen aus dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, ganz- und halbtägig. — **Rabe**: Einführung in die Elektrochemie, 2; Kolloquium über neuere chemische Arbeiten (mit Fecht), *g.* — **Gänge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Praktische Übungen in chemischen Untersuchungen vermittelst optischer Hilfsmittel, Spektralanalyse, Mikroskopie, Polarisation und Refraktion des Lichtes, 2. — **Fecht**: Moderne Theorien der Chemie, 1. —

**Thomae**: Elementare Funktionentheorie: Algebraische Analysis, 5. — **Haußner**: Differential- und Integralrechnung I, mit Übungen, 5; Analytische Geometrie der Ebene, 4, Mathematisches Proseminar, 2 *g*; Variationsrechnung, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g.* — **Frege**: Über algebraische Gebilde der Raumgeometrie, 4. — **Knopf**: Zeit- und Ortsbestimmung mit praktischen Übungen auf der Sternwarte, 4; Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 3; Elemente der Himmelsmechanik, 2. — **Rau**: Technische Mechanik: Dynamik, 4; Graphische Übungen, 3. —

## Technische Hochschule Karlsruhe.

**Lehmann**: Experimentalphysik, 4, Ergänzende Demonstrationen, 2. Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6. — **Sieveking**: Einführung in die mathematische Physik, 3; Repetitorium der Physik, 1; Elektrische Entladungen und Radioaktivität, 1. — **Hausrath**: Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, 2; Elektrische Messungen für Chemiker, 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Allgemeiner Teil und Gleichstrommaschinen, 3, II: Synchrone und asynchrone Wechselstrommaschinen, 2; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 9, II, 8; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 4. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 2; Elektrische Anlagen und Leitungen, 2; Übungen im Entwerfen von elektrischen Anlagen, 3; Elektrische Beleuchtung, 2; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Bragstad**: Theorie der Wechselströme, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 1; Anwendung der Elektromotoren oder Wechselstromkommutatormotoren, 2. — **Brauer**: Festigkeitslehre nebst Übungen und Kolloquium, 2, Übungen, 4; Hydraulik, 3; Kinematik: Getriebelehre, 2; Mechanisches Laboratorium, 3. — **Benoit**: Pumpen und Gebläse, 2; Hebemaschinen I: Einfache Hebezeuge, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen und Gebläsen, 6. — **Bonte**: Maschinenelemente, 3; Maschinenkonstruktion: Triebwerke etc., 8 und 4; Lokomotivbau, 3; Hebemaschinen für Ingenieure, 1. — **Graßmann**: Dampfmaschinen und Kessel II, 4; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6; Maschinenanlagen, 2, Übungen, 6. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Werkzeugmaschinen und Einrichtung der Maschinenfabriken, 2, Übungen, 3; Berg- und Hüttentechnik, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, Übungen, 2; Technologische Exkursionen. — **Tolle**: Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Technische Mechanik I und II, 4, III, 2; Regulatoren für Kraftmaschinen, 2. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum, mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, ferner Darstellung lichtempfindlicher Präparate, 4; Exkursionen, 1 Nachmittag. — **Schultheiß**: Geschichte und Wesen der Witterungsvoraussage, 1. —

**Engler**: Organische Experimentalchemie, 4; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1; Theoretische Chemie: Stereochemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Bunte**: Chemische Technologie I, 2, II, 2; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3; Arbeiten im chemischen technischen Laboratorium, 5 Tage; Technologische Exkursionen. — **Haber**: Physikalische Chemie II, 2; Elektrochemie II, 1; Demonstrationen technisch-elektrochemischer Prozesse, 3; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs. — **N. N.**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Analytische Chemie I, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1, Übungen, 4 und 3; Spezielle Technologie der Gasbeleuchtung, 1, Übungen, 4. — **Kast**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 1; Moderne Spreng- und Treibmittel, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Skita**: Färberei und Druckerei, 2, Übungen, 2. — **Wöhler**: Anorganisch-chemische Tagesfragen, 1; Chemie der Metalle, 2. —

**Heun**: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar, 4. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 2; Grundlehren der höheren Mathematik, 4. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Übungen in Perspektive, 3. — **Wedekind**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Faber**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 2; Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen, 1; Algebraische Gleichungen, 2; Differentialgleichungen: Beispiele und Anwendungen, 2. — **N. N.**: Projektionslehre, 2, Übungen, 4. — **Haid**: Geodätisches Praktikum II, 6, III, 3; Größere Vermessungsübungen, 2 Wochen. — **Bürgin**: Katastervermessung I, 2, Übungen, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4. —

## Universität Kiel.

**Weber**: Thermodynamik, 4; Physikalische Technologie mit besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnwesens, mit Exkursionen, 2; Theorie physikalischer Meßapparate, mit Übungen, 1; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium (mit Dieterici), 2 *g.* — **Dieterici**: Experimental-

physik II: Optik, Elektrizität, Magnetismus, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 8 und 4, für Fortgeschrittene, tägl. —

**Harries**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum: Anorganische Abteilung (mit Biltz), tägl. außer Sonnabend, Organische Abteilung, tägl., für Mediziner (mit Feist), 4; Chemische Gesellschaft: Vorträge über neuere Arbeiten auf allen Gebieten der Chemie (mit Rügheimer, Biltz, Feist, Preuner und Mumm), 2 *g*. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiet der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Biltz**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie I: Unorganische Betriebe, 2, Exkursionen, *g*. — **Berend**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1 *g*; Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 1. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Feist**: Stereochemie, 1; Theorie der Explosivstoffe, 1; Einführung in das praktische Studium der Chemie, 1 *g*. — **Preuner**: Wärmetönung chemischer Reaktionen und Einfluß der Temperatur auf dieselben, 2. — **Mumm**: Einige Kapitel aus der neueren anorganischen Chemie, 1. —

**Pochhammer**: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Theorie der bestimmten Integrale, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Theorie der Bahnbestimmungen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Heffter**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Höhere Algebra, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1½ *g*. — **Kobold**: Niedere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen, 2 *g*; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte. — **Landsberg**: Funktionentheorie, 4, Kolloquium, 1; Grundlagen der Geometrie, 2. — **Weinnoldt**: Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, besonders Festigkeitslehre, 2. —

## Universität Königsberg.

**Volkmann**: Einführung in das Studium der theoretischen Physik, 4, Ergänzungen und Erläuterungen, 1 *g*; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6; Leitung großer spezieller Arbeiten, tägl. außer Sonnabend. — **Kaufmann**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5, Ergänzungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum, 3; Selbständige Arbeiten, tägl. außer Sonnabend. —

**Klinger**: Allgemeine und anorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium (mit Blochmann), tägl. außer Sonnabend; Vorprüfungen bei qualitativer Analyse, 1 *g*. — **Stutzer**: Einführung in die Chemie für Landwirte, 2; Ausgewählte Abschnitte über die Ernährung der Kulturpflanzen, 2; Praktische Übungen in chemischen und in bakteriologischen Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Demonstrationen und Exkursionen, *g*. — **Blochmann**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Gasanalyse, mit Übungen; Über Brennmaterialien und Feuerungsanlagen, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Toxikologische Chemie, 1; Praktische Übungen im pharmazeutisch-chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Methoden der Arzneimittelprüfung I, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Benrath**: Thermochemie und Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum, 4 *g*; Geographie chemischer Naturprodukte, 1 *g*. —

**Meyer**: Zahlentheorie, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übungen, 1 *g*; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Schoenflies**: Funktionentheorie, 4; Theorie der Polyeder, 2; Übungen im mathematischen Seminar für Fortgeschrittene, 1½ *g*. — **Battermann**: Geographisch-astronomische Ortsbestimmung, 2, Übungen, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte, für Fortgeschrittene, *g*. — **Saalschütz**: Differentialrechnung, 4, Anwendungen auf Geometrie, 1, Übungen, 1 *g*. — **F. Cohn**: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 3; Ausgewählte Kapitel der sphärischen Astronomie, 1 *g*. —

## Universität Leipzig.

**Wiener**: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl; Physikalisches Praktikum (mit Scholl), 9, für Mediziner und Pharmazeuten, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Thermodynamik, 4; Hydrodynamik, 2; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Spezielle Teile der Physik: Akustik und Optik, 2 *g*. — **Marx**: Kosmische Physik, mit Demonstrationen, 2. — **Dahms**: Phasenlehre und thermodynamische Theorie der Lösungen, 2; Neuere Fortschritte der Photographie, mit Demonstrationen, 1. — **Scholl**: Repetitorium der Physik für Mediziner und Pharmazeuten, mit Demonstrationen, 2. — **Fredenhagen**: Elektrische Wellen und drahtlose Telegraphie und Telephonie, 2. —

**Beckmann**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum, tägl., für Mediziner, 6; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl.; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Heller, Deußen, Scheiber und Sieverts), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Hantzsch**: Anorganische Chemie, 5, Ergänzung, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Analytiker, a) ganztägig, tägl., b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 6; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl. — **Le Blanc**: Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie mit Demonstrationen, 3; Grundlagen der analytischen Chemie, zugleich Einführung in die physikalische Chemie, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Drucker und Freundlich), tägl.; Chemisches Praktikum (mit Böttger), tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs (mit Freundlich), 4 oder 8; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Böttger, Drucker und Freundlich), 1½ *g*. — **Stobbe**: Organische Experimentalchemie: Die aromatischen Verbindungen, 2. — **Wagner**: Übersicht über die organischen Verbindungen, 1; Technik der Experimentalchemie und Erläuterung von Schulversuchen, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer: Schulversuche und Analyse, tägl.; Didaktische Besprechungen: Allgemeiner Teil, 1 *g*. — **Rassow**: Chemische Technologie, Brenn- und Leuchtstoffe und ausgewählte anorganische Betriebe, mit Exkursionen, 2; Praktische Übungen in technischer Gasanalyse, 1; Chemisch-technisches Praktikum für Fortgeschrittenere, tägl. — **Ley**: Konstitutionsbestimmung organischer Verbindungen auf Grund physikalisch-chemischer Methoden, 2; Über Salze und Komplexsalze, 1. — **Böttger**: Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 1; Einführung in das chemische Praktikum, mit Diskussion, 1 *g*. — **Schall**: Technik der Präparaten-Darstellung, 1. — **Heller**: Einführung in die anorganische Technologie und Chemie, 2. — **Deußen**: Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, mit Exkursionen, 1. — **Drucker**: Flüssige Kristalle, 1. — **Freundlich**: Chemische Kinetik, 1. — **Scheiber**: Ausgewählte Methoden des organischen Arbeitens, 2. — **Sieverts**: Molekulargewichtsbestimmungen, 1; Chemie der Metalle (Repetitorium), 1. —

**Neumann**: Analytische Mechanik (Fortsetzung), 4. — **Bruns**: Sphärische Astronomie, 4; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Hölder**: Anwendungen der elliptischen Funktionen, 3; Elliptische Modulfunktionen, 3; Mathematisches Seminar: Übungen für Vorgeschrittene, 2 *g*. — **Rohn**: Algebraische Kurven, insbesondere der 3. und 4. Ordnung, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, 2, Übungen (mit Liebmann), 2. — **Peter**: Theoretische Astronomie: Kometen- und Planetenbahnen, 2. — **Hausdorff**: Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Liebmann**: Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1 *g*; Vektorrechnung mit physikalischen Anwendungen, 2. —

## Universität Marburg.

**Richarz**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Feußner), 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feußner**: Theoretische Physik: Analytische Mechanik, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Schulze**: Elektronentheorie, 2; Repetitorium der Experimentalphysik mit elementar-mathematischen Übungen, 1. —

**Zincke**: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 6; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Fries), tägl.; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner, 4. — **Schmidt**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbstän-

dige chemische Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Theoretische Chemie, 2; Neuere Geschichte der Chemie, 1 *g*. — **Schaum**: Physikalische Chemie, 2, Übungen und Demonstrationen, 1 *g*; Elektrochemisches Praktikum (mit Fries), 3; Spezielle Methoden der wissenschaftlichen Photographie, 1; Über den Wert naturwissenschaftlicher Bildung, 1 *g*. — **Rupp**: Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 1; Maßanalyse, 1; Prüfung von Arzneimitteln, 1 *g*. — **Reißert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Haselhoff**: Praktische Übungen in Nahrungsmittel-Untersuchungen, tägl. — **Fries**: Analytische Chemie, 1; Chemisches Repetitorium für Mediziner, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. —

**Hensel**: Differentialrechnung, 4; Analytische Geometrie des Raumes, speziell Theorie der Oberflächen 2. Ordnung, 2; Theorie der quadratischen Zahlkörper, 2; Mathematisches Proseminar, 1; Mathematisches Seminar, 1. — **Neumann**: Theorie der Flächen und Kurven im Raume, 4; Potentialtheorie, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Analytische Geometrie der Ebene, besonders Theorie der Kegelschnitte, 4; Angewandte Mathematik: Geodäsie I, mit Übungen, 3; Photogrammetrie, mit Übungen, 2. — **Jung**: Allgemeine Funktionentheorie, 4; Berühmte Probleme der Mathematik, 1. —

## Universität München.

**Röntgen**: Experimentalphysik II, 5; Praktische Übungen im physikalischen Laboratorium, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Sommerfeld**: Wärmeleitung, Diffusion und Elektrizitätsleitung, einschließlich ihrer molekular- und elektronen-theoretischen Beziehungen, 3; Hydrodynamik, für Anfänger, 2, Seminar, 2 *g*. — **Graetz**: Einleitung in die theoretische Physik, 4; Elektromagnetische Lichttheorie, 3. — **Erk**: Meteorologisches Praktikum für Geübtere, *g*. — **Donle**: Einführung in die neuere Elektrizitätslehre, 2. — **Koch**: Interferenz und Beugung mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen in der Optik, mit Demonstrationen, 2. —

**v. Baeyer**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Hofmann, Piloty und Sand in der unorganischen, mit Dimroth und Dieckmann in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann), 4. — **Paul**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Nahrungsmittelchemie II, 2; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde: Organische Präparate, 3; Chemisches Praktikum: Praktische Übungen, einschließlich physikalisch-chemischer, elektro-chemischer und nahrungsmittelchemischer Arbeiten (mit Prandtl), tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren, tägl. außer Sonnabend. — **Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie I: Alkalimetalle, Erdalkalien und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4; Praktikum für physikalisch-chemische und spektralanalytische Methoden (mit Sand), 4. — **Piloty**: Über analytische Chemie II, 3; Elektrolytisches Praktikum, 4—5 wöchentliche Kurse. — **Dimroth**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendung, 3. — **Dieckmann**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1 *g*. — **Sand**: Elektrochemie, 2. — **Wieland**: Organische Technologie in ausgewählten Kapiteln, mit Exkursionen, 2. — **Prandtl**: Anorganisch-chemische Technologie II: Metallurgie, 2; Erläuterungen zum anorganisch-chemischen Praktikum, 2. —

**Lindemann**: Integralrechnung, 5; Theorie der konformen Abbildung und der linearen Differentialgleichungen, 4; Über die Grundbegriffe der Geometrie, 2; Mathematisches Seminar. Auflösung höherer Gleichungen, 1½ *g*. — **v. Seeliger**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 4; Praktisch-astronomische Übungen (mit Großmann). — **Voß**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Analytische Mechanik II, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Pringsheim**: Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der analytischen Funktionen, 4; Elementare Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 3. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie II: Axonometrie, Perspektive, 3, Übungen, 2; Neuere (synthetische) Geometrie II, 4; Das Imaginäre in der Geometrie, 1 *g*; — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **Hartogs**: Theorie der endlichen diskreten Gruppen und der höheren algebraischen Gleichungen: Galoissche Theorie, 4. — **Perron**: Stereometrie und sphärische Trigonometrie, 2; Variationsrechnung, 2. — **Großmann**: Mathematische Geographie, 2. —

## Technische Hochschule München.

**Ebert**: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektromagnetismus, Elektrodynamik, Induktion, Strahlen elektromagnetischer Energie, Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Grundzüge der Physik: Optik, Elektrizität, 3; Thermische Meßmethoden, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Wärmetheorie, 4, Übungen, 1. — **Emden**: Erdmagnetismus, 2; Kristalloptik. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, Übungen, 2; Elektrotechnik für Chemiker, 3, Übungen, 2; Theorie und Konstruktion der Meßinstrumente und Elektrizitätszähler, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, Übungen, 2, Praktikum, 2; Elektrotechnik für Maschineningenieure, 3; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photographie, 4 und 2; Elektrotechnisches Praktikum für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Zentralanlagen und Arbeitsübertragung, 2, Übungen, 4. — **Kadrnozka**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Ossanna**: Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen III: Transformatoren und Asynchronmotoren, 4; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4; Bahnmotoren mit besonderer Berücksichtigung der Einphasen-Kollektormotoren, 2; Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 4 und 2. — **Krell**: Maschinenzeichnen, 4; Einführung in die Konstruktionslehre der Hebezeuge, 1; Entwerfen von Hebezeugen, 6; Allgemeine Maschinenlehre, 3. — **Schmeer**: Konstruktionslehre der Pumpen, Gebläse und Kompressoren, 2; Entwerfen von Gebläsen und Kompressoren, 4. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile II, 3; Entwerfen von Maschinenteilen II, 8 und 6; Entwerfen von Dampfkesseln, 2. — **Camerer**: Wasserkraftanlagen, 3; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 7; Zentrifugalpumpen, 1. — **Lynen**: Konstruktionslehre der Dampfmaschinen, 6; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 2. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre, 4 und 2; Praktikum für theoretische Maschinenlehre, 2. — **v. Hoyer**: Textilindustrie, 5; Fabrikanlagen, 3; Grundzüge der mechanischen Technologie, 2. —

**Muthmann**: Allgemeine Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10—30; Praktikum in der technischen Gasanalyse (mit Hofer), 3; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Lipp**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 30. — **Eibner**: Pyridin, Chinolin, Isochinolin und Alkaloide, 1; Die Chemie in der Maltechnik unter Berücksichtigung der Physik; Praktikum im Laboratorium der Versuchsanstalt und Auskunftsstelle für Maltechnik. — **Rohde**: Übersicht der Terpene, 1, Übungen (Kolloquien), 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse I, 4; Die elektrochemischen Prozesse, 2. — **Schultz**: Chemische Technologie III, 2, IV, 2; Praktikum, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, 30; Chemisch-technische Übungen, 4; Chemisches Praktikum, 3. — **Lintner**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum, 30; Grundzüge der organischen Chemie und Einführung in die Technologie und Warenkunde mit besonderer Berücksichtigung der Gärungsgewerbe, 4. —

**N. N.**: Höhere Mathematik II, 6, Übungen, 2. — **v. Dyck**: Höhere Mathematik IV, 2, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium (mit Finsterwalder und Kutta), 2. — **Finsterwalder**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Photogrammetrie, 2, Übungen, 1. — **Kutta**: Trigonometrie, Übungen, 1; Algebra: Gleichungstheorie, 4, Übungen, 1; Aus-

gleichungsrechnung, 2; Algebraische Analysis, 4. — **Burmester**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4; Kinematik, 3. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, 4, Praktikum II, 4 oder 8; Katastertechnik, 3, Praktikum IV, 8 und 2; Kartierungsübungen, 4; Hauptvermessungsübungen, 2 Wochen. — **Föppl**: Technische Mechanik I, 4, IV, 3, Übungen, 2; Praktikum im mechanisch-technischen Laboratorium, 2. —

## Universität Münster.

**Schmidt**: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Akustik, Wärme, 4, Elementar-mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 3 bis 6, für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten (mit Konen), tägl. — **Konen**: Einleitung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1 *g*; Übungen in physikalischen und chemischen Demonstrationsversuchen und in der Anfertigung einfacher Apparate (mit Thiel), 3. —

**Salkowski**: Organische Chemie, 5; Chemie der Metalle, 2 *g*; Übungen im chemischen Laboratorium und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Kaßner und Thiel), 6. — **König**: Analytische Chemie, Metalloide, 1; Allgemeine Hygiene, 2 *g*; Übungen im Laboratorium der agrikulturchemischen Versuchsstation, tägl. — **Kaßner**: Anorganische Chemie, 4; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und deren Ausnützung, 1; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des deutschen Arzneibuchs, 1; Über Gifte und deren Nachweis in Untersuchungsobjekten, 1 *g*; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Darstellung chemischer Präparate etc., 25. — **Bömer**: Analyse und Beurteilung der Gebrauchsgegenstände, 1 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, 2 *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie I, 3. —

**Killing**: Mechanik II, 4; Mathematisches Oberseminar, 2 *g*. — **v. Lilienthal**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 4; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **Dehn**: Analytische Geometrie, I, 4; Niedere Geodäsie, Ausgleichungsrechnung und Photogrammetrie, 2; Geodätische Übungen, mit Exkursionen (mit Meinardus und Plaßmann), *g*. — **Plaßmann**: Astronomische Zeit- und Ortsbestimmung, 2; Zeitrechnung und Kalenderkunde, 2; Das Sonnensystem, 2 *g*; Übungen im Beobachten und Rechnen, *g*. —

## Universität Prag.

**Lecher**: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum II, a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Lippich**: Wärmeleitung, 3; Fernrohr und Mikroskop, 2; Übungen der mathematisch-physikalischen Abteilung, 2. — **Spitaler**: Meteorologische Instrumente, Beobachtung und Berechnung, 3, Meteorologisches Praktikum, 1 *g*; Kosmische Spektralanalyse, 1. — **Rothmund**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, Thermochemie und Photochemie, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend *g*. —

**Goldschmiedt**: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, halbtägig; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Meyer**: Pharmazeutische Chemie, 5. — — **Kirpal**: Qualitative chemische Analyse, 3; Chemische Technologie des Eisens, 1. —

**Pick**: Algebraische Gleichungen, 5; Übungen der mathematischen Abteilung, 2. — **Grünwald**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung, 4; Einleitung in die darstellende Geometrie, 2. — **Weinek**: Einleitung in die Theorie der Instrumente (astronomische Hilfsinstrumente, Sextant und Prismenkreis), 3; Übungen im praktischen Beobachten, 2; Die verschiedenen Methoden zur Ermittlung der Polhöhe (geographische Breite) eines Ortes, 1. — **Oppenheim**: Mathematische (astronomische) Geographie, 3. —

## Technische Hochschule Prag.

**Tuma**: Physik: Wellentheorie, Akustik, Optik, 5, Praktikum, 3, für Kulturingenieure, 3; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 2, Übungen, 3; Spezielle Elektrotechnik, 2; Elektromechanische Konstruktionen, 1. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, Klimatologisches Praktikum, 1. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenbau Ia, 2, Konstruktive Übungen, 4, Ib, 2, Konstruktions-Übungen, 7. — **Doerfel**: Maschinenlehre I, Übungen, 10; Maschinenbau IIa, 2, Konstruktionsübungen, 12, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 14tägig, 2. — **Stark**: Materialienlehre, 1; Enzyklopädie der Mechanik I, 2; Mechanik I, Repetitorium, 1, II, 4, Repetitorium, 1, III, 3; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2. — **Körner**: Maschinenbau IIb, 4, Konstruktionsübungen, 14, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 14tägig, 2; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. —

**N. N.**: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe (Spezielle Chemie der Elemente II), 5; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 7, Übungen, 28; Chemische Technologie organischer Stoffe, $6\frac{1}{2}$, Übungen, $26\frac{1}{2}$. — **Gintl**: Analytische Chemie (qualitative), Repetitorium, 2; Praktische Übungen, 24; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen, 30; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2, Übungen, 6; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1; Untersuchung der Milch und Butter und Analyse der Fette, 1. — **N. N.**: Praktische Photographie und Übungen, 2, Übungen, 6; Praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 1, Übungen, 4. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Maßanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie III: Elektrochemie, 3, Übungen, 4, II: Thermochemie, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **Harpf**: Technologie des Schwefeldioxydes, 2. —

**Carda**: Mathematik I, 4, Repetitorium, 3; Elemente der höheren Mathematik, 2, Repetitorium, 1. — **Grünwald**: Mathematik IIa, 5; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **N. N.**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 3. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 3, Konstruktive Übungen, 8 und 5, Übungen für Vorgeschrittene, 6; Ausgewählte Kapitel aus der darstellenden und projektiven Geometrie, 3, Übungen, 4. — **Adamczik**: Elemente der niederen Geodäsie, 2; Praktische Geometrie II: Niedere Geodäsie, $4\frac{1}{2}$, Übungen, 6; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 3, Übungen, 2; Anwendungen der Geodäsie auf Kulturtechnik, 2, Übungen, 2; Technisches Zeichnen A, 3. —

## Universität Rostock.

**Heydweiller**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 4, für Mathematiker und Naturwissenschaftler, 8, für Geübtere, tägl.; Physikalisches Seminar, 2. —

**Michaelis**: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium: Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend, Kleines Praktikum, 6, Übungen für Mediziner, 4, für Nahrungsmittelchemiker, 5. — **Stoermer**: Aromatische Verbindungen II: Organische Chemie, 4; Maßanalyse, 1; Chemie der Riechstoffe, 1. — **Kümmell**: Elektrochemie, 2; Kleines elektrochemisches Praktikum, 4; Elektrochemische Analysen und Präparate, 3; Physikochemisches Vollpraktikum (Leitung selbständiger Arbeiten), tägl. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie, 3; Chemische Untersuchung der Arzneimittel, 1; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse, 1. —

**Staude**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Theorie der Kurven und Flächen, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Weber**: Analytische Mechanik, 3, Übungen, 1; Die partiellen Differentialgleichungen in der Physik, 2. —

## Universität Straßburg.

**Braun**: Experimentalphysik I: Mechanik, Molekularphysik, Optik, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten (mit Cohn), 5 Tage; Physikalisches Kolloquium (mit Cohn), 2 *g*. — **Cohn**: Theorie der Elektrizität, 4. — **Mandelstam**: Die Resonanzerscheinungen und ihre Rolle

in der modernen Physik, 1. — **Hergesell**: Meteorologisches Kolloquium, 2; Meteorologische Übungen, tägl. —

**Thiele**: Allgemeine Experimentalchemie: Organischer Teil, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene (mit Kohlschütter), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*. — **Rose**: Chemische Technologie der leichten Metalle und ihrer Verbindungen, 3; Die Mineralfarben, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Chemie der metallischen Elemente, 3; Praktikum für Gasanalyse, 3; Übungen in physikalisch-chemischen Meßmethoden. — **Straus**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Schär**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ausgewählte Arzneistoffe der Indier und Ostasiaten, 2; Die technischen Milchsäfte in pharmakognostisch-chemischer Beziehung, 1 *g*; Übungen und Untersuchungen im pharmazeutischen Institut, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Nahrungsmittelchemiker (mit Kreutz), tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum I (mit Rosenthaler), 3, II, 3. — **Kreutz**: Gerichtliche Chemie. — **Rosenthaler**: Neue Arzneimittel, 2. —

**Reye**: Geometrie der Lage, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Weber**: Bestimmte Integrale und Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Enzyklopädie der Elementarmathematik, 3; Übungen des mathematischen Oberseminars (mit Wellstein, Timerding und Epstein), $1^1/_2$ *g*. — **Wellstein**: Einleitung in die Invariantentheorie, 3; Ultraelliptische Funktionen, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **Timerding**: Analytische Geometrie des Raumes, 3, Übungen, 1 *g*; Technische Mechanik, 4. — **Epstein**: Einführung in die Zahlentheorie, 2. — **Simon**: Geschichte der Mathematik im Altertum in Verbindung mit Kulturgeschichte, 2. — **Becker**: Sphärische Astronomie II: Theorie der Instrumente, 3; Astronomisches Kolloquium, 14-tägig, 1 Abend; Astronomische Beobachtungen an Instrumenten der Sternwarte. — **Wirtz**: Über astronomische Aufnahmen und Beobachtungen auf Reisen, 1. —

## Technische Hochschule Stuttgart.

**Koch**: Experimentalphysik: Elektromagnetismus, Induktion, Akustik, Optik, Elektrooptik, 4; Theoretische Physik (ausgewählte Kapitel), 2; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Keefer): Praktikum I für Anfänger, halbtägig, tägl. außer Sonnabend, II für Vorgerücktere, tägl. — **Lang**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichts, 2. — **Veesenmeyer**: Elektrotechnische Konstruktionselemente, 2; Elektrische Maschinen II, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8; Die elektrischen Bahnen, 2. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elektrotechnisches Laboratorium: Übungen II (mit Herrmann, Mattes und Wlach), 4 halbe Tage, III. — **Herrmann**: Die Elektrizitätswerke einschließlich der Leitungen, 2; Elektrotechnische Meßkunde I, 2; Elektrotechnisches Laboratorium: Übungen I für Maschinen- und Elektroingenieure (mit Dietrich, Mattes und Wlach). — **Kriemler**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 6. — **v. Weyrauch**: Einleitung in die mathematische Theorie der Elastizität, 2; Aërostatik und Aërodynamik, 2; Analytische Theorie der Ingenieurkonstruktionen, 4, Übungen, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 12; Pumpen, 2. — **Maier**: Maschinenelemente (mit Tafel), 3, Übungen, 4; Hebezeuge (mit Tafel), Übungen, 6. — **Thomann**: Wasserkraftmaschinen, 6; Turbinen-Regulatoren, 1, Übungen, 2; Maschinenkonstruktionen (mit Hahn), 8; Maschinenkunde, Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfturbinen, 2; Dampfkessel, 3; Maschinenkonstruktionen (mit Falke), 10. — **Baumann**: Elastizitätslehre, 3. — **Enßlin**: Anwendung der Elastizitätslehre auf maschinentechnische Aufgaben, 2—3; Verbrennungsmotoren, Übungen, 1. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt (mit Serr und Sixt), tägl.; Ingenieurlaboratorium (mit Stückle), Übungen; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Magenau**: Verbrennungsmotoren, Konstruktionsübungen, 4. — **Stückle**: Eis- und Kälteerzeugungsmaschinen, 2. — **Widmaier**: Rationelle Arbeitsverfahren und Einrichtungen in Maschinenwerkstätten, 1; Werkzeugmaschinen, 3, Konstruktionsübungen, 4; Übungen zur mechanischen Technologie und Eisenhüttenkunde, 4. — **Johannsen**: Verarbeitung der Faserstoffe, 4. —

**v. Hell**: Unorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 2; Theoretische Chemie, 2; Übungen im Laboratorium für reine und pharmazeutische Chemie (mit Kauffmann, Schmidt, Bauer), tägl. außer Sonnabend. — **Müller**: Physikalische Chemie, 2; Technische Chemie, 2; Übungen im Laboratorium für Elektrochemie und technische Chemie (mit Schellhaaß), tägl. außer Sonnabend. — **Häussermann**: Chemische Technologie der Baumaterialien, 1. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 2; Toxikologie, mit Demonstrationen, 1. — **Kauffmann**: Repetitorium der unorganischen Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Farbenchemie unter besonderem Eingehen auf die Chemie mehrkerniger Benzolderivate, 2. — **Schmidt**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2. — **Philip**: Technische und Handelsanalysen organischer Produkte, 1. — **Rohland**: Anwendungen der physikalischen Chemie auf technische Analysen und Prozesse, 1 *g*; Technologie der Mörtel- und Tonmaterialien, 1 *g*; Chemie der unorganischen Kolloide, 1 *g*. — **Brunner**: Übungen in praktischer Photochemie, 3. —

**Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene (mit Stübler), 3, Übungen, 1; Differential- und Integralrechnung (mit Stübler) I, 4, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Fischer**: Trigonometrische Übungen, 2. — **Stübler**: Mathematische Geographie, mit Übungen, 2. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 2. — **Wölffing**: Funktionentheorie, 3; Variationsrechnung, 1 *g*. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie (mit Stübler), 4, Übungen, 6; Analytische Mechanik (mit Stübler), 3, Übungen, 1. — **Roth**: Perspektive, 2. — **Hammer**: Praktische Geometrie II, 5, Übungen, 24; Geodätische Exkursion, 14tägig. — **Heer**: Übungen zur praktischen Geometrie II, 5. —

## Universität Tübingen.

**Paschen**: Experimentalphysik: Mechanik, Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige physikalische Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theorie des Lichtes, 3, Übungen, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Gans**: Praktische Physik, 1; Theorie der Schwingungen, 1. — **Happel**: Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 1. —

**N. N.**: Ausgewählte Kapitel aus der physiologischen Chemie, 2; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner I: Qualitative Analyse, 6, II: Quantitative Analyse, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Organische Experimentalchemie (Allgemeine Chemie II), 5, Ergänzungen, 1 *g*; Praktische Übungen im Laboratorium: a) Analytisch-chemisches Praktikum (mit Bülow), b) Pharmazeutisch-Chemisches Praktikum (mit Weinland), c) Präparative Arbeiten und physikalisch-chemische Übungen (mit Wedekind), ganz- und halbtägig, d) Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Bülow, Weinland und Wedekind), ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie II, 3; Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technologie, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 2; Quantitative Prüfung der Arzneimittel II: Organischer Teil, 1; Forensische Chemie, 1. — **Wedekind**: Chemie der aromatischen Verbindungen I: Karbozyklische Verbindungen, 2; Einführung in die Elektrochemie und ihre Anwendungen, 2; Die synthetische organische Chemie in ihren Beziehungen zur Biologie und zur Medizin, 1. —

**v. Brill**: Mechanik, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **v. Stahl**: Niedere Analysis, 3; Allgemeine Funktionentheorie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1; Grundbegriffe der Mathematik, 2. —

## Universität Wien.

**v. Lang**: Experimentalphysik II, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Franz Exner**: Physikalisches Praktikum, 6; Physikalische wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl.; Physikalisches Konversatorium (mit v. Schweidler), 1 *g*. — **Hasenöhrl**: Mechanik der deformierbaren Körper, 5; Proseminar für theoretische Physik, 1 *g*; Seminar für theoretische Physik, 1 *g*. — **Lampa**: Physikalische Übungen für Mediziner, 4. — **Jäger**: Ausgewählte Teile der kinetischen Theorie der Materie, 1. — **Moser**: Experimentalphysik (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Einführung in die mathematische Physik, zugleich als Einleitung in die Differential- und Integralrechnung, 2; Demonstrationen und Übungen an und

mit physikalischen Apparaten, 6. — **v. Schweidler**: Physikalisches Praktikum: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 6. — **Meyer**: Elemente der theoretischen Physik II: Magnetismus, Elektrizität und elektromagnetische Optik, 5. — **Haschek**: Physikalisches Praktikum für Vorgeschrittene, 8. — **Kohl**: Theorie der elektrolytischen Dissoziation (Fortsetzung der Thermodynamik), 2. — **Przibram**: Elektronik der Metalle, 1. — **Ehrenhaft**: Elastizitätstheorie, 2; Übungen im physikalischen Rechnen, 2. — **v. Lerch**: Kapillarität, 1. — **Hann**: Allgemeine Meteorologie II, 2; Die wichtigsten Ergebnisse der erdmagnetischen Messungen, 1. — **Felix Exner**: Neuere Untersuchungen über die Theorie des Erdmagnetismus, 1. — **Skraup**: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 5 t., für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, 5 t. — **Wegscheider**: Chemische Übungen für Anfänger, 5 t.; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie II: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemische Übungen für Anfänger, 5 t.; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Pharmazeutische Chemie, 5 t., Übungen, 5 t. — **Pribram**: Ausgewählte Kapitel aus der neueren Chemie, 2. — **Franke**: Stereochemie, 1; Harnanalyse, 2; Maßanalyse, 2. — **Pollak**: Chemische Technologie: Organische Farbstoffe und ihre Anwendungen II (mit Exkursionen), 2; Repetitorium der analytischen Chemie, 2. — **Wenzel**: Chemische Technologie: Metallurgie, 2; Repetitorium der theoretischen Chemie, 2. — **M. Kohn**: Chemisches Repetitorium, 2. —

**v. Escherich**: Mathematische Statistik, 3; Funktionentheorie (Fortsetzung), 5; Proseminar für Mathematik, *g*; Seminar für Mathematik, *g*. — **Mertens**: Algebra (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im mathematischen Proseminar, *g*; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Wirtinger**: Elemente der Differential- und Integralrechnung II, 5, Übungen, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **G. Kohn**: Analytische Geometrie (Fortsetzung), 4, Übungen, 1 *g*; Liniengeometrie, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik (mit Übungen), 6. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik II, 3. — **Hahn**: Grundlagen der Geometrie (Fortsetzung), 2; Besprechung neuerer mathematischer Arbeiten (mit v. Schrutka), 2 *g*. — **Hanni**: Komplexe Zahlensysteme, 2. — **v. Schrutka**: Ausgewählte Kapitel der höheren Algebra: Auflösung numerischer Gleichungen und Verwandtes, 3. — **Weiß**: Praktische Astronomie, 4. — **v. Hepperger**: Astrophysik, 3; Über das Problem der drei Körper, 2. — **Schram**: Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 1. — **Herz**: Mechanik des Himmels I: Analytische Mechanik und Potentialtheorie, 2. —

## Technische Hochschule Wien.

**Jäger**: Physik, 5. — **Hasenöhrl**: Physik, 5 bezw. 2, Übungen, 1; Kinetische Gastheorie, 1. — **v. Lerch**: Physik, 3. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Reithoffer**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Allgemeine Wechselstromtechnik, 2. — **Hochenegg**: Elektrotechnik, praktische Übungen und Untersuchungen, 4; Elektrische Stromverteilung, 3; Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, 1½. — **Pichelmayer**: Dynamobau, 3, Konstruktive Übungen, 11. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Erdmagnetismus, 2. — **Kick**: Mechanische Technologie I, 5. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre I, 4, II, 3; Konstruktionsübungen zum Bau der Lasthebemaschinen, 12. — **Seidler**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Allgemeine Maschinenkunde, 3 und 2; Ausgewählte Kapitel der Maschinenkunde, 1. — **Englaender**: Maschinenelemente, 4½; Dampfkessel, Dampfapparate und Behälter, Konstruktionsübungen, 6. — **Baudiß**: Bau der Wärmekraftmaschinen I, 4½. — **Budau**: Konstruktionsübungen zum Bau der Wasserkraftmaschinen und Pumpen, 12½; Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau, 3; Hydrometrische Übungen zur Hydromechanik, 3. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 2½. — **v. Stockert**: Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Lokomotivführung, 3. —

**Suida**: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Bamberger**: Übungen im Laboratorium der allgemeinen Experimentalchemie, 20; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie I, 1½, II, 2; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Skrabal**: Die Chemie der seltenen Elemente, 2. — **Böck**: Arbeitsmethoden in der organischen Chemie, 2. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Abel**: Elektrolyse, 1; Physiko-chemische Rechnungsübungen, 1. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Strache**: Beleuchtungswesen. —

**Zsigmondy**: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **N. N.**: Mathematik I, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Grundlehren der höheren Mathematik, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 3. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktives Zeichnen, 6, Seminar, 2; Schraub-, Dreh- und Schiebflächen in konstruktiver Behandlung, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie II, 3, Konstruktionsübungen, 2. — **Adler**: Theorie der geometrischen Konstruktionen, 2. — **Finger**: Mechanik I, 7½; Analytische Mechanik, 2. — **Jung**: Mechanik I, Übungen 7½; Hydromechanik, 3; Hydrodynamik, 1. — **N. N.**: Allgemeine Mechanik, 3; Festigkeitslehre und Statik der Hochbauwerke, 3. — **Pollack**: Praktische Übungen zu den Elementen der niederen Geodäsie, 5. — **Doleżal**: Praktische Geometrie, 7½, Übungen, 10, Situationszeichnen, 4; Photogrammetrie, Übungen, 2. — **Tinter**: Sphärische Astronomie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, 3½; Geodätische Rechenübungen, 2½. — **Prey**: Die Bestimmung der Abplattung der Erde aus Schweremessungen, 1. —

## Universität Würzburg.

**Wien**: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Praktische Übungen im physikalischen Institut, 4 bezw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Elektromagnetische Lichttheorie, 4. — **Harms**: Wechselstrom und elektromagnetische Schwingungen mit Demonstrationen, 1, Mathematische Ergänzungen, 1. — **Füchtbauer**: Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 1. —

**Medicus**: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halb- und ganztägig; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- und ganztägig. — **Tafel**: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot), ganz- und halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Gürber), 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Maßanalyse, unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden, 1. — **Reitzenstein**: Die wirtschaftliche Bedeutung der chemischen Großindustrie, 1 *g*. — **Pauly**: Ausgewählte Kapitel aus der Biochemie, 1. —

**Prym**: Integralrechnung, 6, Übungen, 2 *g*; Übungen aus der höheren Analysis für Fortgeschrittene, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Rost**: Anwendungen der Infinitesimalanalysis auf die Theorie der ebenen Kurven, 4; Analytische und synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 4; Sphärische Astronomie II, mit praktischen Übungen, 2; Einführung in die darstellende Geometrie, 2 *g*; Übungen aus der darstellenden Geometrie für Fortgeschrittene, 2; Ausgewählte Kapitel der höheren Mechanik, 2 *g*. — **v. Weber**: Theorie der Raumkurven und Flächen, 4; Einführung in die Theorie der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, 4; Ergänzungen und Übungen zur analytischen Geometrie des Raumes, 2 *g*. —

## Universität Zürich.

**Kleiner**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag, für Vorgerücktere, tägl.; Theoretische Optik, 2. — **Adler**: Wesen und Entwicklung der physikalischen Theorien, 1; Hydrodynamik, 2; Physikalisches Seminar: Ausgewählte Kapitel aus Machs Mechanik, 2. —

**Greinacher**: Kathoden- und Röntgenstrahlen, mit Experimenten, 1. —

**Werner**: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere: Präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten, tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum für Studierende der Naturwissenschaften, halbtägig. — **Abeljanz**: Quantitative chemische Analyse mit Berücksichtigung der elektrolytischen Methoden, 2; Chemie und Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1, Übungen, 4 oder 6; Anleitung zu medizinisch-chemischen Arbeiten im Laboratorium, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 6. — **Pfeiffer**: Aromatische Chemie II, inklusive Farbstoffe, 3; Chemische Gleichgewichts- und Geschwindigkeitslehre, 2. — **Grün**: Fettreihe III: Chemie der Fette, Kohlehydrate und Eiweißstoffe, 2. —

**Burkhardt**: Algebraische Analysis, 4; Trigonometrische Reihen, 4; Mathematisches Seminar: Übungen zur Integralrechnung, 14tägig, 2, Übungen für Vorgerücktere und Anleitung zu selbständigen Arbeiten, 14tägig, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie II, mit Übungen, 4; Analytische Geometrie II, mit Übungen, 3; Kartenprojektionen, 2. — **Gubler**: Politische Arithmetik: Anleihens- und Versicherungsrechnung, 2; Hauptsätze der Differential- und Integralrechnung, 2; Die versicherungstechnischen Grundlagen der Invaliden- und Altersversicherung, 1; Bestimmte Integrale längs komplexen Wegen, 1. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen in astronomischen Beobachtungen, 9; Einleitung in die Astrophysik, 2. — **de Quervain**: Klimatypen, 1; Meteorologisches Kolloquium: Besprechungen neuerer Literatur, 14tägig, 2 *g*. —

## Technische Hochschule Zürich.

**H. F. Weber**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Meßmethoden der Elektrotechnik, 2; Einführung in die Theorie des Wechselstroms, 2; Theorie der Wärme- und Elektrizitätsleitung, 2; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12, 24; Elektrotechnisches Laboratorium, 8, 16. — **Weiß**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Experimentalvorlesungen über die Radioaktivität, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Wechselstromtechnik in graphischer Behandlung II, 1; Stereoskopie und ihre Anwendung in der Vermessungskunde, 1 *g*. — **Schild**: Über die Methoden der Gewinnung und die praktische Verwertung flüssiger Gase, 1; Elektrische Leitungen I, 1. — **Wyßling**: Elektrische Zentralanlagen I, 2; Elektrische Bahnen, 2. — **Tobler**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik (Fortsetzung), 1 *g*. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau II, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren, 12; Gasmotoren (Fortsetzung), 1; Übungen in der kalorischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen I, 3; Besondere Kapitel aus dem Dynamobau, 3. — **Prášil**: Hydraulische Motoren und Pumpen I, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen und Demonstrationen im Laboratorium, 3; Fabrikanlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie I: Metallurgie, 4, Repetitorium, 1, III: Werkzeugmaschinen (Fortsetzung), Spinnerei, 3, Repetitorium, 1. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre I: Praktische Hydraulik, Meßmethoden des Maschinenwesens, 4, Übungen, 2, III: Lokomotiven, 3, Übungen, 2. — **Herzog**: Mechanik I, 6, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Skizzierübungen, 2; Maschinenbau: Transmissionen und Hebezeuge, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren und Demonstrationen, 9. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 4; Feuerungsanlagen, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Schauffelberger**: Maschinenlehre II, 2, Übungen und Repetitorium, 2. — **Berl**: Theorie technischer Prozesse I, 2 *g*; Explosivstoffe, 1. —

**Barbieri**: Photographie II, 1; Die Photographie in Farben, 1; Photogrammetrie, 1; Photographisches Praktikum, 2. —

**Treadwell**: Analytische Chemie II, 2; Chemisch-technische Analyse mit Übungen, 4; Probierkunde mit Übungen, 2; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl.; Chemisches Praktikum, 2 bez. 4. — **Boßhard**: Anorganische chemische Technologie, 3, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Baumaterialien, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Angewandte Thermochemie, 2 *g*. — **Grandmougin**: Künstliche organische Farbstoffe, 3, Repetitorium, 1; Nahrungsgewerbe, 2; Beleuchtungsindustrie, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Grete**: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ätherische Öle, 1; Toxikologie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Technische Mikroskopierübungen II: Nahrungsmittel und Gewürze, 4; Warenkunde, 2; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, tägl.; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl. — **Kaufler**: Organische Elektrochemie, 1 *g*; Beziehungen zwischen Konstitution und physikalischen Eigenschaften, 1 *g*. — **Lorenz**: Physikalische Chemie I, 2; Technische Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag; Physikalisch-chemisches Praktikum und elektrochemisches Laboratorium, tägl. — **Schmidlin**: Spezielle anorganische Chemie: Seltene Erden und radioaktive Elemente, 1; Theoretische Chemie der Farbstoffe, 1. — **Schulze**: Organische Chemie, 3, Repetitorium, 1; Agrikulturchemie II: Fütterungslehre, 2; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 4 und 8; Agrikulturchemisches Praktikum für Vorgerücktere, 24. — **Willstätter**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1, II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Physiologische Chemie, 2; Anleitung zu den Arbeiten im agrikulturchemischen Laboratorium, 1. —

**Großmann**: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Nichteuklidische Geometrie, 4; Mathematisches Seminar (mit Hurwitz), 2. — **Beyel**: Axonometrie und Perspektive, 2. — **Dumas**: Graphische Rechnung und Integrale, 2. — **Franel**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Geiser**: Infinitesimalgeometrie, 4; Geometrische Theorie der Invarianten, 2. — **Hirsch**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Partielle Differentialgleichungen, 2; Mathematische Übungen, 2. — **Hurwitz**: Funktionentheorie, 4, Übungen, 1. — **J. Keller**: Repetitorium der darstellenden Geometrie, 2. — **Kraft**: Analytische Mechanik, 3; Geometrischer Kalkül, 2; Feuerungen und Heizanlagen, 2. — **Lacombe**: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 2. — **Rosenmund**: Vermessungskunde I, mit Repetitorium, 4, Übungen, 3, III, mit Repetitorium, 3, Übungen, 1 Tag; Größere Vermessungsübung, 2 Wochen. — **Rudio**: Anwendungen der höheren Mathematik, 4. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 3; Einleitung in die Astrophysik, 2. —


## Gesuche.

Wir **suchen** zu möglichst sofortigem Dienstantritt einen

**Physiker (Dr. phil.)**

als wissenschaftlichen Mitarbeiter unserer Anstalt. Meldungen mit Lebenslauf, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin, Referenzen und eventl. Zeugnissen erbeten an

**Voigtländer & Sohn, A.-G.,**
**Optisch-Mechanische Werkstätten**
**zu Braunschweig.**


Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. Emil Bose in Oliva bei Danzig. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.